

STL-CMW 开关柜运行状态综合监测及预警装置

技术说明书

Ver1.2



保定市斯德尔电气有限公司
Baoding style Electric Co.,Ltd

地 址：河北省保定市乐凯北大街 3555 号
电 话：0312-8916899
邮 编：071000
网 址：www.chbdstyle.com

目 录

| | |
|---------------------------------|----|
| 一、概述..... | 1 |
| 二、高压开关柜常见故障分析及检测方法..... | 1 |
| 1、高压开关柜的常见故障及特点..... | 1 |
| 2、高压开关柜的故障检测方法..... | 2 |
| 三、高压开关柜状态监测及预警的必要性..... | 2 |
| 四、STL-CMW 开关柜运行状态综合监测及预警装置..... | 2 |
| 1、系统介绍..... | 2 |
| 2、系统组成..... | 3 |
| 3、系统总体技术方案..... | 3 |
| 4、系统功能..... | 6 |
| 5、技术特点..... | 7 |
| 6、规格参数..... | 7 |
| 7、技术安全性..... | 9 |
| 8、安装说明..... | 9 |
| 三、声明..... | 11 |

一、概述

高压开关设备在电网运行、控制中起着至关重要的作用，其本身健康状况直接影响电网运行可靠性。随着电网容量和规模的不断扩大，高压开关柜数量也越来越多，保障开关柜内设备电气和机械性能处于正常状态十分重要。

获取高压开关柜全方位运行状态，是实现设备安全运行、状态控制及智慧检修的前提。采用先进技术手段监测断路器电气和机械特性参数、高压开关柜绝缘状况、电气接点温度以及环境温湿度等信息，可实现开关柜运行状态综合评判和故障预警。我公司结合多年来对高压开关柜保护、检测和调试的实践经验，依托华北电力大学强大的电力系统安全理论优势，开发出了高抗干扰性、检测手段全面、定位准确的 STL-CMW (Comprehensive Monitoring and Warning) 开关柜运行状态综合监测及预警装置。

二、高压开关柜常见故障分析及检测方法

1、高压开关柜的常见故障及特点

高压开关柜承担着开断和关合电力线路正常和故障电流作用，由于长期过负荷、操作过电压或运行环境恶劣容易产生缺陷，现场又缺乏防患措施而导致其故障率一直居高不下，特别是在高温、高负荷期间，由于操作机构机械故障、绝缘性能老化、误操作、柜内触头(接点)过热等原因引起的伤人、烧柜、甚至爆炸的事故时有发生。调查统计表明，高压开关柜的故障主要有以下几类：

1) 机械故障，如拒分、拒合、误分、误合等，原因有很多，可能是机械性能劣化引起的或者是控制电路造成的，也有可能是导电连接处接触不良引起的，比如机械振动、部件锈蚀和弹簧疲劳等影响断路器开断能力，或是触点温度升高引起接触处氧化，使接触电阻进一步增加，最终出现导电触头局部熔焊等；

2) 绝缘故障，如开关柜内绝缘受潮闪络造成电缆接头、套管和介质绝缘劣化，甚至严重放电、过电压使开关绝缘杆烧毁，导致开关爆炸或绝缘瓷套爆炸；

3) 开断故障，如储能异常造成拒动、机械特性参数超标引起切断短路电流时开断失败，烧毁灭弧室。影响断路器开断性能的因素有开关灭弧室介质、灭弧室结构、触头运动特性等；

4) 载流故障，原因主要是接触不好导致长期发热最终触头烧融；

5) 外力及其他故障，如异物撞击，自然灾害，小动物短路等。

2、高压开关柜的故障检测方法

针对高压开关柜可能出现的不同故障类型，相应有不同的故障检测方法：

- 1) 机械特性参数在线监测：断路器动触头行程、速度、操作次数统计等；
- 2) 电气性能参数在线监测：A、B、C 三相电压，电流，功率、断路器分合闸电流、储能电机电流等；
- 3) 绝缘性能在线监测：开关柜的局部放电监测。局部放电是引起电介质绝缘老化的重要原因之一，实施局部放电在线监测可以早期发现电力设备绝缘损坏，通过测定开关柜的局部放电强度、频次和发展趋势，能够判断绝缘材料是否存在局部缺陷、介质老化速度和当前的运行状况；
- 4) 环境参数在线监测：电气接点温度、柜内温度、柜内湿度等。

三、高压开关柜状态监测及预警的必要性

状态监测是以设备当前的实际工作状况为依据，通过先进的状态监测和诊断手段、可靠性评价手段以及寿命预测手段，判断设备的状态、识别故障的早期征兆、对故障部位及其严重程度和故障发展趋势做出判断，并根据分析诊断结果，在设备性能下降到一定程度或故障将要发生之前主动实施维修。为电气设备安全、稳定、长周期、全性能、优质运行提供了可靠的技术和管理保障。

状态检测就是对状态数据、判据、规程以及运行经验等进行分析比较，对设备的状态及故障部位做出判断，为采取进一步措施(如是否退出运行、安排维修计划等)提供依据，必要时提供预警。

状态监测的关键是对设备状态的判断，不仅要识别已经发生的故障及故障程度，而且要预测未来可能发生的故障。

电力设备安全可靠性是电网安全保障的重要环节，高压开关柜作为一种广泛运用的电力设备，随着电力系统自动化、智能化的快速发展，对高压开关柜运行的可靠性及安全性要求越来越高，实现对高压开关柜的状态监测不仅可以保证高压开关设备正常运行，而且对于提高电力系统运行可靠性和自动化程度具有非常重要的意义。

四、STL-CMW 开关柜运行状态综合监测及预警装置

1、系统介绍

STL-CMW 开关柜运行状态综合监测及预警装置是斯德尔电气长期致力于高压

开关柜安全监测、预警和保护研究的基础上，特别是在已有断路器机械特性测试、高压开关柜局部放电监测和电弧光保护产品经验积累上，与华北电力大学联合研发的新一代开关柜运行状态综合监测及故障预警系统。可以实时监测高压开关柜运行状态，能够诊断高压开关柜早期缺陷和事故隐患、控制突发性事故发生。

STL-CMW 开关柜运行状态综合监测及预警装置采用最新传感器技术、通信技术和信号处理技术，综合感知高压开关柜多种运行状态信息（包括断路器操作动作、分合闸线圈电流、储能电机电流、局部放电、一次电流、电气接点温度和环境温湿度等），结合多信息融合、边缘计算和人工智能等新理论实现高压开关柜全方位的运行状态监测及故障预警。

2、系统组成

STL-CMW 开关柜运行状态综合监测及预警装置主要由智能传感器和监测及预警单元组成，还可以根据需要选配综合分析服务器。

智能传感器：感知断路器机械特性、开关柜绝缘状况、电气接点温度和环境温湿度等开关柜运行状态信息。智能传感器主要包括角位移传感器、霍尔电流传感器、局放传感器、无线测温传感器和环境温湿度传感器等，以有线或无线的方式将数据传送至监测及预警单元。

监测及预警单元：以有线或无线的方式收集开关柜运行状态信息，在进行信号特征处理、横向及纵向比较基础上，对开关柜运行中存在的隐患和故障（如：绝缘劣化、断路器机械特性故障等）做出判断和预警。运行状态及预警信息可就地显示也可上传至综合分析服务器及综自保护系统后台。

综合分析服务器（选配）：收集、存储并处理监测及预警单元上传的所有开关柜运行状态及预警信息，构建完善的开关设备故障识别机器学习模型和状态评价系统，通过深度学习和状态识别对设备运行缺陷进行预警。最后通过数据共享 WEB 服务器实现信息共享，为设备状态检修实施提供技术保障。

3、系统总体技术方案

STL-CMW 开关柜运行状态综合监测及预警装置有两种运行模式。监测及预警单元具有数据采集、处理分析、故障预警和通信上传等功能，可就地显示原始数据、分析结果及管理预警信息，即采用运行模式一；选配综合分析服务器，由综合分析服务器收集、存储监测及预警单元上传的信息，并对其进行深度分析、挖掘，

能够更加准确的对开关柜运行状态进行判断、识别和预警，即采用运行模式二。

运行模式一如图 1 所示：监测及预警单元采集、分析智能传感器上传的开关柜运行状态信息，对开关柜运行中存在的隐患和故障做出判断和预警，可就地显示本开关柜的运行状态及预警信息并上传至综自保护系统后台。

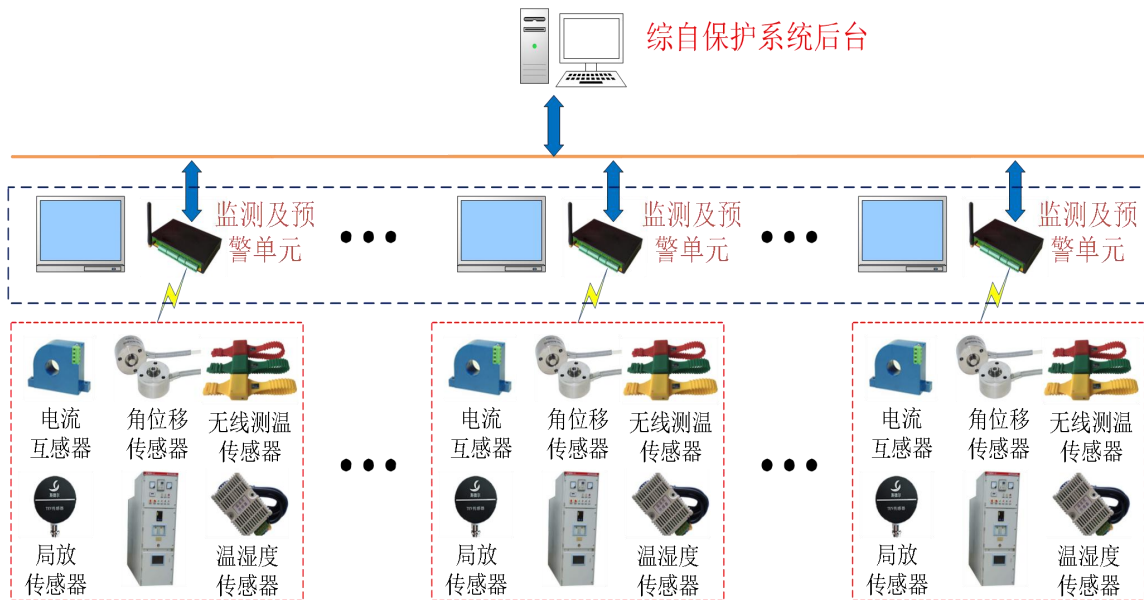


图 1 STL-CMW 开关柜运行状态综合监测及预警装置运行模式一

- 智能传感器采集断路器动作状态、分合闸线圈电流、储能电机电流、开关柜局部放电、一次电流、电气接点温度以及环境温湿度等信息。智能传感器以有线或 Zigbee 等无线方式将数据传送至监测及预警单元。
- 监测及预警单元收集智能传感器上传的数据，并进行处理和分析，判断开关柜的总体运行状态。监测及预警单元根据设备地理位置和现场布置情况灵活组网，可就地显示本开关柜的运行状态及预警信息，也能将其通过以太网或 RS485/422 上传至综自保护系统后台。

运行模式二如图 2 所示：综合分析服务器收集、存储并综合分析监测及预警单元上传的所有开关柜运行状态及预警信息。综合分析服务器可对开关柜全寿命周期的运行状态及预警信息进行深度挖掘、分析，能够对所有开关柜运行状态及预警信息进行横向、纵向对比分析，构建完善的开关设备故障识别机器学习模型和状态评价系统，对设备运行缺陷进行多级预警。如服务器增设 web 发布功能，运维人员还可通过手机等智能终端在线实时查看开关柜运行状态及预警信息。

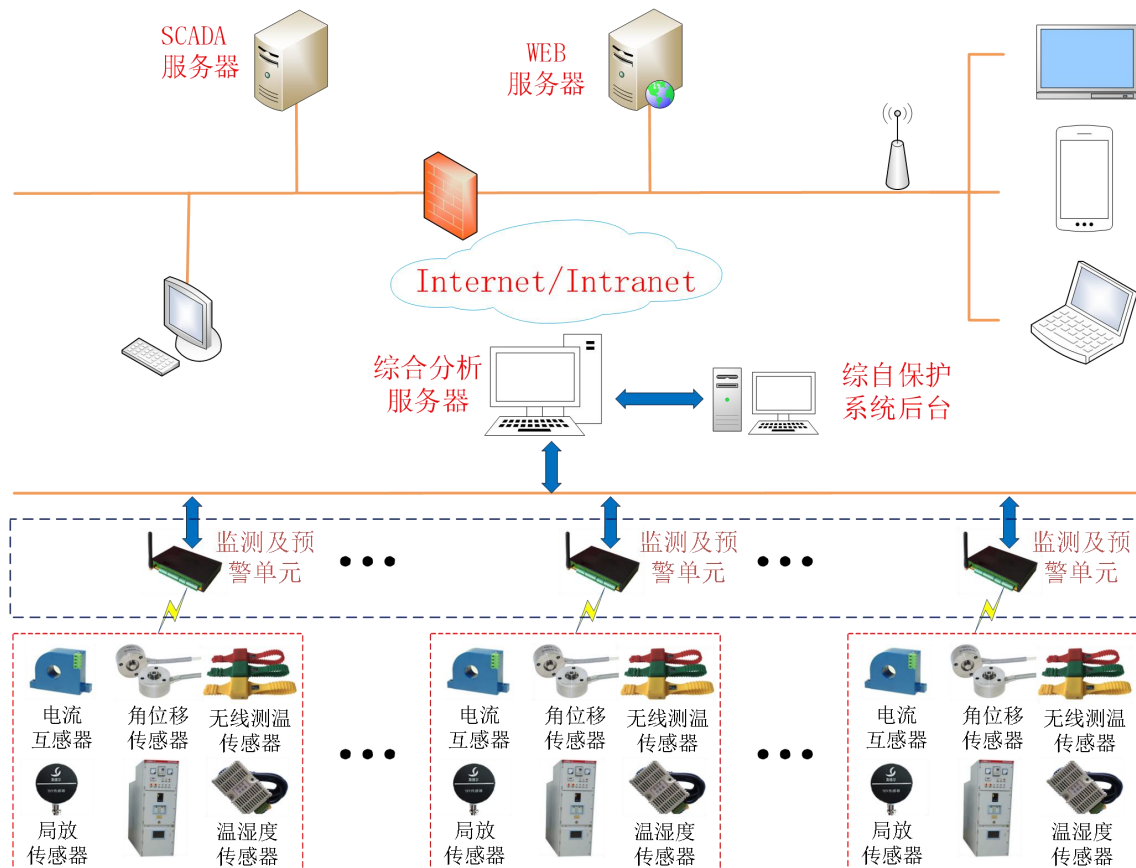


图2 STL-CMW 开关柜运行状态综合监测及预警装置运行模式二

- 智能传感器采集断路器动作状态、分合闸线圈电流、储能电机电流、开关柜局部放电、一次电流、电气接点温度以及环境温湿度等信息。智能传感器以有线或 Zigbee 等无线方式将数据传送至监测及预警单元。
- 监测及预警单元收集智能传感器上传的数据，并进行处理和分析，判断开关柜的总体运行状态。监测及预警单元根据设备地理位置和现场布置情况灵活组网，将开关柜运行状态及预警信息通过以太网或 RS485/422 上传至综合分析服务器，由综合分析服务器进行深度分析。也可选配就地显示模块，显示本开关柜的运行状态及预警信息。
- 综合分析服务器在高压开关设备情景感知技术支持下，利用数据处理技术检测信号特征，研究适合信号分析的峭度、频谱和二维谱熵等变换特征以及模糊聚类、时频分析和深度学习等设备缺陷辨识方法，构建完善的开关设备故障识别机器学习模型和状态评价系统。建立数据存储、信号分析以及数据挖掘为一体的云端监测服务器，搭建开关设备特征分析和运维决策应用平台，对设备运行缺陷进行预警。综合分析服务器可通过以太网或 RS485/422 将开关柜运行状态及预警信息上

传至综自保护系统后台，也可选配 web 发布功能实现信息共享，运维人员可利用手机等智能终端远程查看、管理开关柜运行状态及预警信息，为设备状态检修实施提供技术保障。

4、系统功能

STL-CMW 开关柜运行状态综合监测及预警装置功能

(1) 在线采集断路器运行状态信息，包括断路器分合闸线圈电流、断路器分合闸时间、动触头的动作行程及速度、断路器动作次数和储能电机电流等信息。

(2) 在线采集开关柜的运行状态信息，包括局部放电、电气接点温度和环境温湿度等信息。

(3) 记录并分析断路器分合闸过程的机械信息特征、储能过程信息特征和运行过程信息特征，包括分合闸线圈电流、储能电机的电流、触头温度以及分合闸过程中动触头行程等参数，可综合分析断路器的电气性能、绝缘状况和寿命等信息。

(4) 记录并分析开关柜在运行中的状态信息，包括局部放电信息（放电次数、二维图谱、三维图谱以及放电发展趋势等）、电气接点温度变化和环境温度湿度变化等参数，可综合分析判断开关柜绝缘材料是否存在局部缺陷、介质老化速度和当前的运行状况。

(5) 由断路器时间-行程曲线、分合闸线圈电流曲线计算断路器的机械特性参数和电流时频特征，全面对比分析断路器分合闸、储能运行状态，结合出厂标准曲线，判断断路器机械状态的变化和发展趋势（行程参数、时间节点和速度变化等判别断路器可能出现的误动、拒动以及偷跳等异常情况）。

(6) 由温湿度变化曲线、局部放电趋势曲线对比分析开关柜的运行环境和绝缘状态，判断开关柜运行状态的变化和发展趋势（温湿度超限情况、局部放电严重程度、绝缘安全隐患等）。

(7) 开关柜运行状态及预警信息可上传至综合分析服务器及综自保护系统后台。

综合分析服务器功能（选配）

(1) 收集、存储并处理分析所有监测及预警单元上传的开关柜运行状态及预警信息，统一管理、查看。

(2) 分析处理数据能力相比监测及预警单元更加强大，能够更准确的分析、判断开关柜运行状态及预警信息，能够形成各种二维、三维图表供运维人员查看。

(3) 采用阈值报警、关联报警和趋势报警等多种报警模式；可设置多个报警级别。能自动捕捉并记录启动报警的监测信号。

(4) 每日自动备份数据，可查阅数据和文件夹的创建日期及访问时间等历史数据，根据保存的数据可以自动分析开关柜运行状态及存在的缺陷，自动对每天、每周、每月的数据进行统计绘图，方便相关人员进行查看、分析和判断。

(5) 能够保存开关柜全寿命周期的运行状态及预警信息并进行横向、纵向对比分析。

(6) 具有完备的通讯功能，可通过服务器将数据实时传送到远程监测中心进行统一管理。局域网中远程客户可通过手机、平板电脑、笔记本等在任何时间接入系统，查看最新的监测诊断结果。

5、技术特点

(1) 信息全面：综合感知断路器机械特性、开关柜绝缘状况、电气接点温度和环境温湿度等运行状态信息。

(2) 判断准确：综合分析多种开关柜运行状态信息，准确判断故障及预警。

(3) 安全可靠：装置与电力系统无直接的电气连接，安全可靠。

(4) 兼容性高：采用标准可靠的现场工业控制总线，采用统一的通讯规约和数据格式，便于旧系统的扩展和新系统的兼容。

(5) 功能强大：全面的数据分析、准确的状态预警和丰富的图表显示，便于运维人员综合查询和管理。

(6) 信息上传：报警信息能够上传至综合分析服务器和综自保护系统后台，便于运维人员及时掌握开关柜的运行状态。

6、规格参数

(1) 环境条件

工作温度： $-10^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$

存储温度： $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$

相对湿度： $\leq 95\%$ ，无凝露。

大气压力： $80 \sim 110\text{kPa}$

(2) 工作电源

电压范围：85V ~ 264V (AC 或 DC)

正常功耗：25W

电源跌落：200ms

(3) 交流电流回路

额定电流：5A (或 1A)

功率消耗：小于 0.5VA/相

过载能力：2 倍额定电流，连续工作

10 倍额定电流，10S

20 倍额定电流，1S

(4) 开关量输入回路

额定电压：DC24V

功率消耗：4mA

分辨率：小于 1ms

(5) 传感器参数

1) 角位移传感器

分辨率：0.022°

供电范围：8~28V DC

工作温度：-40~+85°C

2) 霍尔电流传感器

额定电流：20A

非线性误差：0.1%

响应时间：小于 5us

绝缘耐压：2.5kV 50Hz 1 分钟

3) 局放传感器 (TEV)

信号采集 电容式

检测频带 1~100MHz

耦合损耗 <18dB

负载阻抗 50 Ω

4) 无线测温传感器

传输方式无线 (zigbee 2.4G)

温度误差 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

5) 环境温湿度传感器

额定电压 DC5V (隔离输出)

温度误差 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

相对湿度误差 $\pm 3\%RH$

7、技术安全性

(1) 所有传感器的取样方式均采取了隔离和防护, 不会因传感器故障而影响被监测设备的安全运行。

(2) 系统与电力系统无直接的电气联系, 不会对电力系统安全造成任何影响。

8、安装说明

(1) 系统连接: 每面被测开关柜安装一台监测及预警单元, 监测及预警单元以有线或无线的方式连接智能传感器。所有传感器采集的开关柜运行状态信息传输至监测及预警单元进行处理、分析和判断, 运行状态及预警信息可就地显示也可通过以太网或 RS485/422 上传至综合分析服务器及综自系统后台。

(2) 安装位置

1) 监测及预警单元安装在开关柜二次仪表室内, 可选配就地显示功能。

2) 传感器采用分布式安装, 具体安装位置依据不同开关柜有所不同, 一些工程安装图片如下:



图 3 无线测温传感器



图 4 局部放电传感器



图 5 温湿度传感器



图 6 断路器内置传感器

三、声明

本说明书并不针对 STL-CMW 开关柜运行状态综合监测及预警装置的某一特定型号，所提到的某些部件、外观或功能有可能与您所订购的产品有所差异。

说明书所提到某些部件、外观或功能有可能有版权保护，未得到保定市斯德尔电气有限公司的书面许可，不得以任何目的，以任何形式或手段（电子的或机械的）复制或传播本说明书的任何部分。

本说明书最终解释权归保定市斯德尔电气有限公司。说明书内容若有变动，恕不另行通知，如有疑义，请咨询公司热线。

保定市斯德尔电气有限公司版权所有，保留所有权力。

保定市斯德尔电气有限公司

技术支持电话：0312-8915055

电子邮箱：chbdstyle_js@163.com