

# 220 kV 测控装置在变电站中的应用及检测

赵昕, 韩潇, 王春雨

(河南省商丘供电公司, 河南 商丘 476000)

**摘要:** 通过所辖 220 kV 变电站测控装置的应用实例, 详细介绍了对测控装置的常规检查、绝缘检查、装置上电调试等内容, 为现场工程调试人员解决小负荷情况、线性直流采集、高电压等级遥控互锁性能等检测难题提供了技术依据和方法, 从而为运行人员对测控装置正确维护、监测提供了技术支持。

**关键词:** 测控装置; 应用; 检测

## Application and test of 220kV measure-and-control device in substation

ZHAO Xin, HAN Xiao, WANG Chun-yu

(Shangqiu Power Supply Company, Shangqiu 476000, China)

**Abstract:** According to the application of test-and-control device in a 220 kV substation, the paper introduces particularly the common test, saturation test, and device debugging method. It provides the technic guidance for locale debug to solve low load condition and supplies reference for linear DC acquisition and tele-control interlocking performance of high voltage, hence, it can supply technical support for engineers to maintain and inspect the device correctly.

**Key words:** measure and control device; application; test

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)22-0146-03

## 0 引言

变电站综合自动化系统中的测控装置, 能够对站内设备的遥控以及对各个间隔遥测、遥信量的采集<sup>[1]</sup>, 为运行人员提供最原始的信息, 是变电站实现综合自动化的基础。

某变电站为改造后的综自站, 含有三条出线间隔, 两台三圈变压器, 全站母线均为单母分段。变电站采用双以太网通讯, 考虑到变电站未来设备的更新及规模发展, 从施工, 规程以及成本考虑, 主变测控、公用测控装置选用的是某型号微机测控装置。该装置配有两个 RJ45 接口, 通过 TCP/IP 协议, 采用标准 IEC104 规约通讯与监控通讯。

该型号微机测控装置适用于 110 kV 及以上变

电站自动化系统间隔层测控单元, 另外也可以单独作为普通测控装置使用。该系列装置具有测量、控制、监视、记录、同期、间隔层逻辑自锁互锁等功能<sup>[2]</sup>。采用 VLD(可视化逻辑编程) 技术, 实现了程序模块化, 有效防止编程人员人为因素所产生的 BUG。VLD 模块化的编程模式大大简化了装置的开发步骤, 增强了装置的开放性。

## 1 一般性检查

### 1.1 外观及资料检查

装置到现场后先进行常规的检查, 如表 1、表 2 所示, 表 1 是图纸资料的检验项目, 表 2 是装置外观检查结果。

表 1 图纸资料检查

Tab.1 Examination of drawing and data

检验项目	检验结果	检验项目	检验结果
保护配置及原理满足协议要求	√	各装置检验记录单齐全	√
配线图与原理图保持一致	√	临时通知单内容符合要求	√
端子排图与原理图保持一致	√	装箱单内容与协议要求一致	√
入库图纸内容完整保持清洁	√	工程设计更改符合规范要求	√

表 2 装置外观检查

Tab.2 Device appearance examining

序号	检验项目	检验依据	检验结果
1	屏体检查	屏体结构、颜色应与设计图纸一致,屏体应无明显划伤,颜色均匀一致,屏体、装置不应有掉漆和污垢现象。	√
2	装置及元件型号、规格检查	屏内所属的装置及元件的型号、规格、安装位置应与图纸保持一致。	√
3	安装工艺检查	大屏前后的安装符合屏工艺要求;各个面板之间安装位置均匀,不能有明显的缝隙;接地铜排应有接地标志;前后门开关自如,锁扣灵活方便。	√
4	压板检查	连接片(压板端子切换片)应一律左旋方向打开,连接片在落下的过程中必须和相邻连接片有足够的距离,且操作灵活方便。	√
5	铭牌检查	铭牌应与图纸一致且粘贴平整无揭痕翘边,合同号、屏号、年月日应正确。	√
6	标签检查	标签用不干标签粘贴,外罩开口向下扣合,标签内容应与图纸一致。	√
7	键盘及操作附件检查	空气开关、切换开关、按钮、键盘等应操作灵活,手感良好。	√

## 1.2 绝缘性能检查

绝缘性能检查应注意将各装置中除交流插件外的其它插件拔出(拔出 CPU、通信插件、采集插件上的端子以免高电压对其绝缘介质造成危害)完成各绝缘检查后再恢复。摇绝缘时若停止摇表时指针反偏,说明被测回路中有电容元件,应缓慢加速摇表。对于耐压不合格回路,检查是否和电源回路有联系(很多常闭触点会把这些回路和电源回路联系起来),如果有,应解掉连线后再进行检查。如果没有,则把该端子上的所有线去掉,然后逐一检查。

如果屏内回路中存有容性回路,应用直流 3000 V 打耐压。试验后绝缘耐压都应符合要求:绝缘电阻应符合 DL/T630-1997 的规定;绝缘强度应符合 DL/T630-1997 的规定;耐冲击电压能力应符合 DL/T630-1997 的规定。

## 2 装置上电调试

装置上电后运行正常无异常告警,检查版本号及 CRC 校验正常。调试人员开始进行装置调试。测控装置每隔约 0.3 ms 扫描一次开入状态,通过消抖时间处理确认遥信的状态。遥测采用动态补偿二次 CT 传递产生的幅值和相位误差的技术,使电流和功率在小负荷情况下满足高精度的测量要求,交流采样频率为 1 600 Hz。而遥控更是采用遥控出口采取“启动+出口”的方式,提供独立的触点作为控制出口的电源闭锁,保证出口的可靠性,提供逻辑闭锁编辑功能供选配,完成间隔层逻辑闭锁的编辑。为确认其功能,在调试阶段设计有开入开出及遥测的试验方法。

## 2.1 开入检查

开入检查时试验仪输出空触点一端加入+110 V 电压,另一端接入到装置的开入,触点闭合时间可调。同时接两开入(假设开入 1 为合位,开入 2 为跳位)实现双点遥信的模拟。

如图 1 所示,装置消抖时间可定值调整。

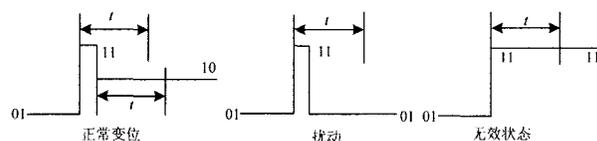


图 1 双点遥信的消抖判断示意图(图中  $t$  为消抖时间)

Fig.1 Removing shake judge sketch map of double dot far signal

如图 1 所示,“正常变位”的图例体现了从合位状态经过一个短暂的过渡状态进入稳定的分位状态的过程,“扰动”的图例体现了消抖功能对扰动的屏蔽作用,“无效状态”的图例是当双点遥信组合中某一个开入出现异常时发生的情况,此时装置会向监控后台发出异常信息的提示。调试人员预设消抖时间设为 30 ms,先输入一个合位开入,经延时断开触点同时跳位开入闭合大于 30 ms,此时装置报告位置由合到分,触点返回后后台上该断路器颜色变为无效颜色灰色,跳位延时触点小于 30 ms 时,装置没有报文,后台没有变化。查看后台 104 报文,正常时 ASDU 类型双点遥信报文值为 01 或 02 时,分别表示断路器分、合状态。当值为 00 或 03 时为无效状态,分别为分合开入都无,或分合开入都有,因此监控图形组态非常方便。由于消抖时间的引入,大大地解决了过去一次设备在运行时,抖动所产生的频繁告警,大大减

少了维护工作量。某些特殊触点，如老设备的控制回路断线触点在分合过程中由于位置触点的动作时间配合而瞬时出现，引起运行人员的误解，此时适当改变消抖时间可以很好地屏蔽掉此类信号。

### 2.2 遥信检查

测控装置间交换逻辑互锁用遥信数据，以网络层 UDP 通信协议保证遥信数据交换的实时性，应用层通信协议保证遥信数据交换的可靠性；

遥信数据交换的两种机制：

1)装置主动召唤本装置的闭锁逻辑所需要的其他间隔层装置的遥信数据；

2)参与逻辑互锁的遥信变位后由直接采集它的间隔层装置主动发送给需要该遥信的其他装置。

装置通过自身实时、开放的网络通信功能互交换数据，每台测控装置都能实时获得来自其它间隔的测控装置的遥信信息，并应用于控制的闭锁逻辑判别，从而实现间隔层的逻辑闭锁。控制命令的执行流程如图 2 所示。

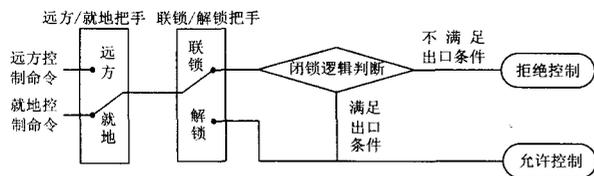


图 2 控制命令的执行流程图

Fig.2 Operation flow chart of control command

当远方/就地把手在远方状态时，只有远方遥控命令有效，当远方/就地把手在就地状态时，只有就地的控制操作有效。然后判断联锁/解锁把手的位置状态，确定是否需要进行逻辑闭锁，只有不需要逻辑闭锁或者满足闭锁逻辑的出口条件时，才允许完成控制命令，从而有效地实现逻辑闭锁功能。现场工程人员及厂家调试人员设计公用测控装置的遥信为闭锁开入，厂家编辑好逻辑后，当联锁压板处于投入位置后，只有在开入量置位时控制命令才能执行，互锁性没有问题。在高电压等级变电站，有更高的防误操作要求，除了站控级五防，还要求具备间隔层五防功能，所以必须要解决好测控装置之间实时通信和自协调问题，使之可代替五防的闭锁逻辑，而不需要站控层参与。本装置的遥控保持时间可以通过定值修改，根据不同的启动回路，开关及刀闸的控制不同的要求而修改。同时通过配置工具可以根据工程需要方便设置直控（如信号复归、调压急停等）、选控（如开关、刀闸等）。

### 2.3 遥测检查

遥测检查，相对简单，但目前大部分的测控装

置只能保证在额定电流附近电流和功率的测量精度，在小电流下电流和功率的测量精度不能满足要求，不能够精确地反映一次系统的潮流状态。工程人员以小电流的测量为检验原则，在调好精度后，主要从 IEC104 报文分析其精度，这样可以更好地分析其精度。当测量电流  $I_A$  以 0.01 的级差往上递增到 0.1，公共地址 01，ASDU 类型为 9，信息体为 4081（本装置交流第一路信息体装置内定义好的可以修改配置改变，详细情况可查询说明书上的装置点表）的遥测报文值为 36、6D、A5……（十六进制），调试人员分析了报文。过程如下：

IEC104 规约量程为 32 767，满刻度代表额定值的 1.2 倍即 6A，由此得到以下方程式：

$$\text{装置显示测量值} = \text{报文值} \times \text{额定电流值} \times 1.2 / 32767$$

36、6D、A3 转换为 10 进制分别为 54，109，165，代入上述方程式：

$$\text{装置显示测量值} = 54 \times 5 \times 1.2 / 32767 = 0.009887997$$

$$\text{装置显示测量值} = 109 \times 5 \times 1.2 / 32767 = 0.0199591052$$

$$\text{装置显示测量值} = 165 \times 5 \times 1.2 / 32767 = 0.0302133244$$

由上可知测控装置对小负荷的精度极高。满足小电流情况下的精度要求，线性优良。同时还配置工具并提供软件测频功能，工程人员可以随意配置某路电压的频率，这样公用测控可以很方便地提供每段母线电压的频率。

### 2.4 直流量采集检查

测控装置采集直流量，输入范围：电压源 0~+5 V，电流源 4~20 mA；现在温度采集器有好几种，一种为输出电阻型，这种只要通过变送器把线性热敏电阻转换为 0~+5 V 电压即可。同时主变厂家在提供测温模块时，输出：电压源 0~+5 V、1~+5 V，电流源 4~20 mA 等类型。而 FCK-851 型装置可以直接测量直流电压和直流电流，不需要修改硬件跳线即可实现电压、电流的转换。采集的电压，电流值输入、输出范围都可以通过定值设置，大大兼容了各种不同直流量的采集，灵活方便，大大降低设计及工程工作量。

最后，装置提供了友好的人机交互界面如图 3 所示，界面分为四个区域：

(a) 标题区和时间区。位于屏面的上方，显示装置的名称及当前时间。

(下转第 151 页 continued on page 151)

由于两间隔 A 相电流值均较大, 因此分析 A 相故障点发生在 M33 线路侧。

由于 B 相电流仅为负荷电流值, 因此中压侧 B 相故障点应在主变差动范围内部。

结论: 故障是如图 4 所示的中压侧两点接地故障, A 相故障点发生在 M33 间隔线路侧, B 相故障点发生在变压器中压侧 B 相电流互感器内侧。由于 B 相故障电流通过大地与 A 相故障点形成回路, 同时越过了主变中压侧和 M33 间隔的 B 相电流互感器, 所以保护装置只反映出单相电流增大。

### 3 故障查找

在对保护报告和动作故障原因详细分析的基础上, 故障点的查找就有了针对性, 查找范围缩小到主变中压侧 B 相电流互感器内侧。

在这个区间只有中压侧 B 相避雷器、支持瓷瓶、甲刀闸之间的引线四样设备。很快中压侧套管引出线所连接 B 相避雷器的计数器引起了检修人员的注意, 计数器略有发黑 (如图 5), 由于特征不明显, 对避雷器拆除引线后进行了绝缘测量, 发现绝缘电阻只有  $2 \Omega$ 。于是立即对此相避雷器进行了更换, 一小时后送电正常。至此整个保护跳闸分析和处理结束。



图 5 故障的避雷器

Fig.5 Fault lightning arrester

收稿日期: 2008-11-20; 修回日期: 2009-03-04

作者简介:

程旭 (1971-), 男, 高级工程师, 长期从事电力系统继电保护安装、调试及技术管理工作; E-mail:jjidianbaohu@gmail.com

文方 (1975-), 女, 工程师, 从事电力系统继电保护管理工作;

袁俊鸽 (1970-), 女, 助理工程师, 从事电力系统继电保护技术管理工作。

(上接第 148 页 continued from page 148)

(b) 主接线图区。位于屏面的中间, 显示间隔的主接线图。

(c) 文字提示区。显示操作命令等文字提示、“开始”图标、装置的 IP 地址。

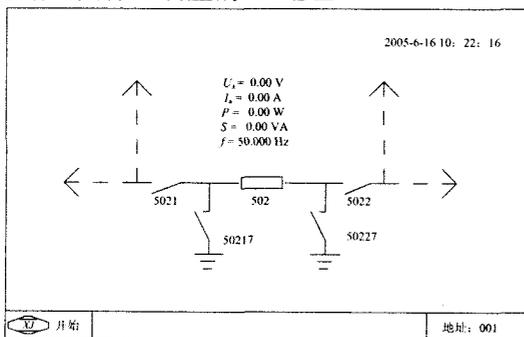


图 3 装置的主界面

Fig.3 Main interface of the device

主接线图可以根据工程的需要通过专用的配置工具自动生成。可以显示测量值, 断路器、刀闸、地刀的状态, 绿色表示该开关元件处于分的状态, 红色表示该元件处于合的状态, 可以在主画面上实现遥控操作。监控因故障退出时, 测控主画面完全

可以实现间隔监测控制的全部功能。

### 3 结束语

本文通过对某型号测控装置的检测, 验证了此装置的特点、原理, 以期对广大基层保护及自动化工作人员有所借鉴和帮助。

#### 参考文献

- [1] IEC 61850, 变电站通讯网络和系统系列标准[S]. IEC61850, Communication Networks and Systems Insubstation in Substation[S].
- [2] 中华人民共和国国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》[S]. Country Standard of Chinese, 《Electric Equipment Connect and Test Standard of Electric Device Install Project》[S].

收稿日期: 2009-06-15; 修回日期: 2009-08-25

作者简介:

赵昕 (1973-), 男, 高级工程师, 学士, 长期从事继电保护及安全自动装置的检修管理维护工作;

韩潇 (1976-), 女, 高级工程师, 高级技师, 硕士, 研究方向为电力系统运行与监控; E-mail:hanxiao@sohu.com

王春雨 (1973-), 女, 工程师, 学士, 从事电力生产管理。