(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102788921 A
(43)申请公布日 2012.11.21

(21)申请号 201210312324.X

(22)申请日 2012.08.29

(71)申请人 广西电网公司电力科学研究院
地址 530023 广西壮族自治区南宁市民主路6-2号

(72)发明人 李克文 高立克 谢雄威 吴丽芳 莫凤芝 俞小勇 吴智丁 祝文姬

(74)专利代理机构 广西南宁公平专利事务所有限责任公司 45104
代理人 杨立华

(51)Int.Cl.
G01R 31/00(2006.01)

权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 5 页

(54)发明名称

配电自动化终端装置功能和性能的检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种配电自动化终端装置功能和性能的检测方法，包括功能试验部分和性能试验部分，其中功能试验部分包括遥控功能试验、遥信采集功能试验、数据级别试验和电源低电压保护报警功能试验四项，性能试验部分包括遥测精度试验和SOE防抖试验两项。应用本发明开展入网检测工作，可全面、快速地完成对配网终端的各种功能性能参数的测定，以确保配网终端安全、可靠、稳定地运行。

CN 102788921 A

1. 一种配电自动化终端装置功能和性能的检测方法，其特征在于包括功能试验部分和性能试验部分，

所述功能试验部分包括以下四项：

<1> 遥控功能试验

服务器下发遥控指令，配电终端执行遥控指令后，模拟断路器进行模拟操作，分／合闸结果产生状态变位信息 COS 通过安装在模拟断路器上的通信装置直接服务器；另一方面，分／合闸产生的状态变位信息 COS 通过被测设备上送至服务器，比较两个结果，判断终端的遥控功能是否正确；同时，在进行遥控指令错误模拟测试时，如果模拟断路器不动作，则判断终端的遥控具备相关容错功能，否则不具备相关容错功能；

<2> 遥信采集功能试验

服务器下发分／合闸指令给模拟断路器，模拟断路器执行分／合闸操作，分／合闸结果产生状态变位信息 COS 通过安装在模拟断路器上的通信装置直接服务器；另一方面，分／合闸产生的状态变位信息 COS 通过被测配电终端上送至服务器，比较两个结果，就判断终端的遥信采集是否正确；

<3> 数据级别试验

一般情况下，“COS 上送”要比“响应总／组召唤”的数据级别高，测试这两种数据的级别高低的过程如下：服务器下发定时总／组召唤指令，在配电终端收到指令后，返回收到确认帧的时刻 T_1 至召唤命令结束终止帧上送的时刻 T_2 之间，配电主站下发分／合闸指令给模拟断路器，模拟断路器执行分／合闸操作，产生状态变位信息 COS，状态变位信息通过被测设备上送，主站收到状态变位信息的时刻 T_3，比较 T_2 与 T_3 的大小，判断“响应总／组召唤”和“COS 上送”的数据级别；如果 $T_2 < T_3$，则 COS 的数据级别高于响应总／组召唤的数据级别，测试通过；如果 $T_2 > T_3$，则 COS 的数据级别低于响应总／组召唤的数据级别，测试通不过；

<4> 电源低电压保护报警功能试验

在配电终端的直流供电系统中，串接一个 200Ω 滑动变阻器，将电阻调至零；测试时，缓慢增大滑动变阻器的阻值，这样配电终端的电压就会降低，当配电终端的电压低于低电压保护值时，配电终端就会发出低电压报警，COS、SOE 就会上传至服务器；如果 COS 信息及 SOE 信息服务器能成功上送，则测试通过，否则测试通不过；

所述性能试验部分包括以下两项：

<1> 遥测精度试验

调节标准源输出值，使其输出直流或交流样 X_1，输出接在配电终端的输入端子排，通过总召唤指令，得到配电终端的采样值 X_2，遥测采样精度误差值 $=|X_1-X_2|/X_1\times100\%$；

<2>SOE 防抖试验

调节标准源，使其输出一个幅值为 5V 的短时脉冲，持续时间 T 设置在 10ns-100ns，设置 T 的值与配电终端的防抖值相同，空闲时间 T_0 为 500ns，持续次数 N_1 次；查看配电终端上送的 SOE 次数 N_2，如果测试 $N_1 = N_2$，则试验通过，如果 $N_1 \neq N_2$，则试验通不过。

2. 根据权利要求 1 所述的配电自动化终端装置功能和性能的检测方法，其特征在于：所述遥控功能试验中包含“正常遥控指令试验”和“遥控指令错误模拟测试”，其中正常遥控指令试验包括遥控“合”+执行“合”、遥控“合”+撤销“合”、遥控“分”+执行“分”、遥控

“分”+撤销“分”;遥控指令错误模拟测试包括遥控“合”+执行“分”、遥控“分”+执行“合”、遥控“合”+撤销“分”、遥控“分”+撤销“合”、遥控“合”+撤销“分”+执行“合”、遥控“分”+撤销“合”+撤销“分”、遥控错误点位。

配电自动化终端装置功能和性能的检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于电力配电自动化系统领域，尤其涉及一种配电自动化终端装置功能和性能的检测方法。

背景技术

[0002] 配电自动化终端设备安全、稳定、可靠地接入配电自动化主站系统，才能满足系统安全稳定运行的需要。那么，对各类配电自动化终端设备进行功能和性能检测，就成为各电力公司亟待解决的问题和重要基础性专业管理工作。

[0003] 目前市场上的配电终端设备种类繁多、鱼龙混杂，产品功能性能参差不齐。而配网终端多安装在户外，工作环境恶劣，极易发生故障，为了确保配网终端的可靠安全稳定运行，按照要求必须完成对配网终端的各种功能性能参数的测定，应依据配电网实际情况和相关技术要求开展入网检测工作。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种完整、高效的配电自动化终端装置功能和性能的检测方法，以确保配网终端安全、可靠、稳定地运行。

[0005] 为解决上述技术问题，本发明采用如下技术方案：配电自动化终端装置功能和性能的检测方法，包括功能试验部分和性能试验部分，其中功能试验部分包括以下四项：

[0006] <1> 遥控功能试验

[0007] 服务器下发遥控指令，配电终端执行遥控指令后，模拟断路器进行模拟操作，分／合闸结果产生状态变位信息 COS（Change Of State）通过安装在模拟断路器上的通信装置直接服务器；另一方面，分／合闸产生的状态变位信息 COS 通过被测设备上送至服务器，比较两个结果，判断终端的遥控功能是否正确；同时，在进行遥控指令错误模拟测试时，如果模拟断路器不动作，则判断终端的遥控具备相关容错功能，否则不具备相关容错功能；

[0008] <2> 遥信采集功能试验

[0009] 服务器下发分／合闸指令给模拟断路器，模拟断路器执行分／合闸操作，分／合闸结果产生状态变位信息 COS 通过安装在模拟断路器上的通信装置直接服务器；另一方面，分／合闸产生的状态变位信息 COS 通过被测配电终端上送至服务器，比较两个结果，就判断终端的遥信采集是否正确；

[0010] <3> 数据级别试验（COS 打断总／组召唤）

[0011] 一般情况下，“COS 上送”要比“响应总／组召唤”的数据级别高，测试这两种数据的级别高低的过程如下：服务器（配电模拟主站）下发定时总／组召唤指令，在配电终端收到指令后，返回收到确认帧的时刻 T_1 至召唤命令结束终止帧上送的时刻 T_2 之间，配电主站下发分／合闸指令给模拟断路器，模拟断路器执行分／合闸操作，产生状态变位信息 COS，状态变位信息通过被测设备上送，主站收到状态变位信息的时刻 T_3，比较 T_2 与 T_3 的大小，判断“响应总／组召唤”和“COS 上送”的数据级别；如果 $T_2 < T_3$，则 COS 的数据级别高于响应总

/ 组召唤的数据级别，测试通过；如果 $T_2 > T_3$，则 COS 的数据级别低于响应总 / 组召唤的数据级别，测试通不过；

[0012] <4> 电源低电压保护报警功能试验

[0013] 在配电终端的直流供电系统中，串接一个 200Ω 滑动变阻器，将电阻调至零；测试时，缓慢增大滑动变阻器的阻值，这样配电终端的电压就会降低，当配电终端的电压低于低电压保护值时，配电终端就会发出低电压报警，COS、SOE 就会上传至服务器（模拟配电主站）；如果 COS 信息及 SOE 信息服务器能成功上送，则测试通过，否则测试通不过；

[0014] 性能试验部分包括以下两项：

[0015] <1> 遥测精度试验

[0016] 调节标准源输出值，使其输出直流或交流样 X_1，输出接在配电终端的输入端子排，通过总召唤指令，得到配电终端的采样值 X_2，遥测采样精度误差值 $=|X_1-X_2|/X_1\times100\%$；

[0017] <2>SOE 防抖试验

[0018] 调节标准源，使其输出一个幅值为 5V 的短时脉冲，持续时间 T 设置在 10ns-100ns，设置 T 的值与配电终端的防抖值相同，空闲时间 T_0 为 500ns，持续次数 N_1 次；查看配电终端上送的 SOE 次数 N_2，如果测试 $N_1 = N_2$，则试验通过，如果 $N_1 \neq N_2$，则试验通不过。

[0019] 遥控功能试验中包含“正常遥控指令试验”和“遥控指令错误模拟测试”，其中正常遥控指令试验包括遥控“合”+ 执行“合”、遥控“合”+ 撤销“合”、遥控“分”+ 执行“分”、遥控“分”+ 撤销“分”；遥控指令错误模拟测试包括遥控“合”+ 执行“分”、遥控“分”+ 执行“合”、遥控“合”+ 撤销“分”、遥控“分”+ 撤销“合”、遥控“合”+ 撤销“分”+ 执行“合”、遥控“分”+ 撤销“合”+ 撤销“分”、遥控错误点位。

[0020] 根据配电网实际情况和相关技术要求，发明人建立了一套完整、高效的配电自动化终端装置功能和性能的检测方法，它包括功能试验部分和性能试验部分，其中功能试验部分包括遥控功能试验、遥信采集功能试验、数据级别试验和电源低电压保护报警功能试验四项，性能试验部分包括遥测精度试验和 SOE 防抖试验两项。应用本发明开展入网检测工作，可全面、快速地完成对配网终端的各种功能性能参数的测定，以确保配网终端安全、可靠、稳定地运行。

附图说明

[0021] 图 1 是采用网络通道实施本发明检测方法的检测平台的构成示意图。

[0022] 图 2 是采用串口通道实施本发明检测方法的检测平台的构成示意图。

[0023] 图 3 是采用无线通信实施本发明检测方法的检测平台的构成示意图。

[0024] 图 4 是本发明检测方法中遥控功能试验的正常功能测试过程图。

[0025] 图 5 是本发明检测方法中遥控功能试验的容错功能测试过程图。

[0026] 图 6 是本发明检测方法中遥信采集功能试验的测试过程图。

[0027] 图 7 是本发明检测方法中数据级别试验的测试过程图（COS 打断总 / 组召唤）。

[0028] 图 8 是本发明检测方法中电源低电压保护报警功能试验时测试配电终端（即被测对象，虚线内）内部系统连接图。

[0029] 图 9 是本发明检测方法中遥测精度试验时配电终端（即被测对象，虚线内）与标准源的接线图。

[0030] 图 10 是本发明检测方法中 SOE 防抖试验时脉冲波形示意图。

具体实施方式

[0031] 图 1 至图 3 分别显示了采用网络通道、串口通道和无线通信三种方式实施本发明检测方法时测试系统的连接组成。该测试系统包括：模拟断路器、服务器、网络交换机、串口通信服务器、被测配电终端、标准源。测试时，各设备发挥不同作用：

[0032] 服务器：能模拟配电主站，用于对标准源、模拟断路器及配电终端的控制，完成指令下发、数据采集、信息存储、数据处理及分析、通信规约协议检验及分析、报告自动生成等工作。

[0033] 串口通信服务器：RS-232 终端到 TCP/IP 之间完成数据转换的通讯接口协议转换设备，用于配电终端通过 RS-232 串口与 TCP/IP 网络的数据进行双向透明传输。

[0034] 网络交换机：为配电终端和标准源与服务器之间通信提供网络接入方式。

[0035] 高精度测控装置校验仪：作为标准源，用于模拟各种高精度遥测（包含电流、电压）值供给被测配电终端；亦可提供高精度电源，用于测试配电终端的功耗等性能；高精度测控装置校验仪是检测方法的核心硬件设备，具备与服务器直接通信的能力，能执行主站的指令。

[0036] 断路器模拟装置：用于模拟三相及分相操作、单跳闸线圈或双跳闸线圈断路器的动作行为，作为继电保护及自动装置带开关整组系统传动试验时实际断路器的代替设备；该装置可直接执行来自总服务器或配电终端的分／合闸指令，分／合闸执行完毕后，反馈能同时传给服务器和配电终端。

[0037] 滑动电阻器：用于调节线路的电阻，起分压作用。

[0038] 本发明的配电自动化终端装置功能和性能的检测方法，包括功能试验部分和性能试验部分，其中功能试验部分包括以下四项：

[0039] <1> 遥控功能试验（见图 4 和图 5）

[0040] 服务器下发遥控指令，配电终端执行遥控指令后，模拟断路器进行模拟操作，分／合闸结果产生状态变位信息 COS（Change Of State）通过安装在模拟断路器上的通信装置直接服务器；另一方面，分／合闸产生的状态变位信息 COS 通过被测设备上送至服务器，比较两个结果，判断终端的遥控功能是否正确；同时，在进行遥控指令错误模拟测试时，如果模拟断路器不动作，则判断终端的遥控具备相关容错功能，否则不具备相关容错功能。遥控功能试验中包含“正常遥控指令试验”和“遥控指令错误模拟测试”，其中正常遥控指令试验包括遥控“合”+执行“合”、遥控“合”+撤销“合”、遥控“分”+执行“分”、遥控“分”+撤销“分”；遥控指令错误模拟测试包括遥控“合”+执行“分”、遥控“分”+执行“合”、遥控“合”+撤销“分”、遥控“分”+撤销“合”、遥控“合”+撤销“分”+执行“合”、遥控“分”+撤销“合”+撤销“分”、遥控错误点位。

[0041] <2> 遥信采集功能试验（见图 6）

[0042] 针对遥信变位的事件，配电终端需向配电主站传输两次信息，第一次先传不带时标的状态变位信息 COS，稍后传输带时标的信息 SOE（Sequence Of Event）。当事件产生后，终端需第一时间将 COS 上送；突发事件主动上送。服务器下发分／合闸指令给模拟断路器，模拟断路器执行分／合闸操作，分／合闸结果产生状态变位信息 COS 通过安装在模拟断路

器上的通信装置直接服务器；另一方面，分／合闸产生的状态变位信息COS通过被测配电终端上送至服务器，比较两个结果，就判断终端的遥信采集是否正确。

[0043] <3> 数据级别试验（见图 7）

[0044] 配电主站与终端之间传输的数据级别有高低之分，对数据级别有必要进行测试。一般情况下，为了保证变化状态量（COS）优先上送，COS 的数据级别高于定时总／组召唤，下面以 COS 打断总／组召唤为例，简要说明数据级别测试：服务器（配电模拟主站）下发定时总／组召唤指令，在配电终端收到指令后，返回收到确认帧的时刻 T_1 至召唤命令结束终止帧上送的时刻 T_2 之间，配电主站下发分／合闸指令给模拟断路器，模拟断路器执行分／合闸操作，产生状态变位信息 COS，状态变位信息通过被测设备上送，主站收到状态变位信息的时刻 T_3，比较 T_2 与 T_3 的大小，判断“响应总／组召唤”和“COS 上送”的数据级别；如果 $T_2 < T_3$，则 COS 的数据级别高于响应总／组召唤的数据级别，测试通过；如果 $T_2 > T_3$，则 COS 的数据级别低于响应总／组召唤的数据级别，测试通不过。

[0045] <4> 电源低电压保护报警功能试验

[0046] 图 8 显示了测试时配电终端内部系统连接，而配电终端与其他设备连接方式则不变。

[0047] 在配电终端的直流供电系统中，串接一个 200Ω 滑动变阻器，将电阻调至零；测试时，缓慢增大滑动变阻器的阻值，这样配电终端的电压就会降低，当配电终端的电压低于低电压保护值时，配电终端就会发出低电压报警，COS、SOE 就会上传至服务器（模拟配电主站）；如果 COS 信息及 SOE 信息服务器能成功上送，则测试通过，否则测试通不过。

[0048] 性能试验部分包括以下两项：

[0049] <1> 遥测精度试验（见图 9）

[0050] 图 9 显示了测试时配电终端与标准源的接线，调节标准源输出值，使其输出直流或交流样 X_1，输出接在配电终端的输入端子排，通过总召唤指令，得到配电终端的采样值 X_2，遥测采样精度误差值 $=|X_1-X_2|/X_1\times100\%$。

[0051] <2>SOE 防抖试验

[0052] 调节标准源，使其输出一个幅值为 5V 的短时脉冲，持续时间 T 设置在 10ns-100ns，波形如图 10；设置 T 的值与配电终端的防抖值相同，空闲时间 T_0 为 500ns，持续次数 N_1 次；查看配电终端上送的 SOE 次数 N_2，如果测试 $N_1 = N_2$，则试验通过，如果 $N_1 \neq N_2$，则试验通不过。

TCP/IP
TCP/IP
TCP/IP
TCP/IP
网络交换机
服务器
打印机
模拟断路器
被测设备（配电终端）
标准源

图 1

TCP/IP
串口通信服务器
TCP/IP
TCP/IP
网络交换机
服务器
RS232
打印机
TCP/IP
模拟断路器
被测设备（配电终端）
标准源

图 2

TCP/IP
公共通信网络
TCP/IP
网络交换机
TCP/IP
服务器
打印机
GPRS/CDMA
/3G无线网络
TCP/IP
无线模块
模拟断路器
被测设备
标准源

图 3

服务器
被测配电终端
模拟断路器
开始测试
发送遥控指令
执行
成功
失败
对应开关动作
测试不通过
接收反馈信息
反馈信息（COS）
接收反馈信息
对比
COS上传
不同
相同
测试不通过
测试通过

图 4

服务器
被测配电终端
模拟断路器
开始测试
发送错误遥控指令
执行
Y
N
对应开关动作
测试通过
接收反馈信息
反馈信息（COS）
接收反馈信息
测试不通过
COS上传

图 5

服务器
被测配电终端
模拟断路器
开始测试
发送变位指令
对应开关动作
接收反馈信息
反馈信息（COS）
接收反馈信息
对比
COS上传、SOE上送
不同
测试不通过
相同
测试通过

图 6

服务器
被测配电终端
模拟断路器
开始测试
发送组召唤指令
响应组召唤并开始组召唤
数据级别更高的打断操作
对应开关动作
接收召唤数据
组召唤响应数据
接收反馈信息
反馈信息（COS）
是否打断组召唤
上传反馈信息
是
否
测试不通过
测试通过

图 7

数据采集及通信模块
其他模块
蓄电池
滑动变阻器
V
电源转化模块（交转直）

图 8

图 9

图 10