

故障录波数据交换及故障再现研究

刘建飞 夏瑞华 秦立军 陈钢杰 刘万顺 华北电力大学 北京 (100085)

【摘要】 介绍了 IEEE 的 COM TRADE 标准及其特点, 结合分析电网故障动态记录技术准则的要求, 提出了符合 IEEE 标准的分段故障数据记录方法并实现了故障的再现。

【关键词】 数据交换 故障再现 电力系统 COM TRADE 标准

随着数字式故障录波装置、微机保护装置及保护测试装置在电网的大量应用, 对电网故障动态过程的记录与故障异常的迅速判断已成为现实。然而, 由于电网运行状况与故障发生的复杂性, 对电网动态过程与保护动作行为的事后分析已显得越来越重要, 而这种分析手段与方法是多多种多样的。利用计算机化的继电保护测试装置进行电网的故障再现, 无疑是一种新颖的, 对实际故障更为逼真的分析方法, 它对于重复检测保护与自动装置的动作行为, 分析故障与动作原因有着独特的优点。

基于上述目的, 在数字式故障录波装置和微机继电保护测试装置研制基础上, 通过对 IEEE 发布的电力系统暂态数据通用格式标准 (COM TRADE) 进行深入分析, 依据这一标准, 结合我国电力系统故障动态记录技术准则的要求, 完成了故障记录数据在微机继电保护测试装置上故障再现的研究和实现, 并利用再现的结果对微机保护进行了重复试验, 表明了故障再现结果的正确性和稳定性。

1 数据交换与 IEEE 标准

由于数字式装置的优越性, 现场已越来越多地装备了数字故障录波装置和数字保护以及微机测试装置, 这就提出了一个迫切需要解决的问题, 即各种数字式装置中的数据交换 (共享) 问题。解决这一问题, 不仅需要考虑到各种国产装置间数据的交换, 而且从现实与长远考虑, 也必须考虑对国产装置与进口装置间数据

交换的兼容性, 对此, IEEE 于 1991 年提出的电力系统暂态数据通用格式标准 (COM-TRADE) 可以认为是一个较好的、能满足以上几方面要求的数据记录方式。以下对 IEEE 的 COM TRADE 标准作简要介绍, 并分析其在我国实际情况下的适用性。

按 COM TRADE 标准要求, 一个完整的数据记录通常由三个文件构成, 即头文件 (Header File)、配置文件 (Configuration File) 和数据文件 (Data File), 所有文件均以 ASCII 形式存放。

(1) 头文件 (XXX.HDR) 该文件是为数据文件的使用者阅读有关数据记录的信息而建立的。因此它可通过文字处理软件编辑而成, 但建议以 ASCII 格式而不是文本格式贮存。

文件内容主要包括扰动前电网的描述, 变电站名称, 出现暂态的线路、变压器、电抗器、电容器或断路器的名称, 出现故障的线路长度, 正序、零序电阻、电抗参数、容抗、平行线路间互感, 并联电抗和串联电容的位置和参数, 变压器绕组的额定电压、额定功率和绕组联接方式, 背后等效电源的正序、零序阻抗, 数据来源 (如由故障录波装置记录或由 EMTP 程序产生), 抗混叠滤波器情况, 以及存贮数据的软盘数量等等。头文件的长度和描述形式没有限制。

(2) 配置文件 (XXX.CFG) 该文件是为计算机程序读取和解释数据文件中的记录数据而提供必要的信息, 因而配置文件的内容有预先定义的固定格式, 这样, 计算机程序可以容易地读取这些信息, 存贮格式也为 ASCII 格式。它包括下述主要内容:

- * 变电站名称和标识 .
- * 数据记录的总路数与类型, 即模拟量还是状态量记录, 各为多少路 .
- * 记录数据的每一路信息, 即名称、单位和转换因子 a 和 b , 如果数据文件中记录数据为 x , 则表示的有名值 = $ax + b$, 如为状态量, 则其正常时的状态 .
- * 线路频率, 即 50Hz 或 60Hz .
- * 有关采样率的信息, 整个数据中包括的不同的采样率的数量, 每一种采样率的具体值及采样率下记录数据的最后一行的序列号 .
- * 数据文件中第一个数据记录值以及记录启动点的时间和日期 .
- * 文件类型要求 ASCII 格式 .

实际上计算机仅仅依据 CFG 文件和 DAT 文件即可完成数据的处理 .

(3) 数据文件 (XXX.DAT) 数据文件包括了记录的实际数据, 按照采样的先后, 按行排列每一采样时刻中 n 路的记录数据, 包括模拟量与数字量, 并有每一采样时刻序列号和以微秒标记的时间记录 . 每一记录数据长度用 6 位数字表示, 文件类型为 ASCII 格式 .

COM TRADE 标准中提出的另一个问题是, 由于一般数据记录以较高采样率实现, 而应用这些数据去仿真某些保护算法, 则需要得到较低采样率的数据 (如每周 12 点), 这时不能简单地以抽取数据的做法, 而应考虑频率混叠的问题, 建议的方法是以类似于模拟抗混叠滤波的数字滤波器对数据进行适当滤波 .

2 故障动态记录技术准则与 COM-TRADE 标准

在国内记录数据的主要来源是数字式故障录波装置, 而其数据记录的依据则是 220~500kV 电力系统故障动态记录技术准则 . 电力系统故障动态过程记录的主要任务, 是记录系统发生大扰动如短路故障、系统振荡、频率崩溃、电压崩溃等发生后的有关系统电参量的变化过程及继电保护与安全自动装置的动作行为 . 依据这一技术准则的数据记录特点则是分

时段记录, 以适应分析数据的要求, 满足运行部门故障分析和系统分析的需要, 并尽可能只记录和输出满足实际需要的数据 .

为此, 技术准则确定了 ABCD 分段模拟量采样方式, 如图 1 所示 .

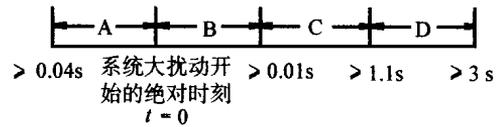


图 1 分段模拟量采样方式

A 时段: 系统大扰动开始前的状态数据, 输出原始记录波形及工频有效值, 记录时间 0.04s .

B 时段: 系统大扰动后初期的状态数据, 输出原始波形或工频有效值及直流分量, 记录时间 0.1s .

C 时段: 系统大扰动后的中期状态数据, 输出连续的工频有效值, 记录时间 1.0s .

D 时段: 系统动态过程数据, 每 0.1s 输出一个工频有效值, 记录时间 1.9s .

其它: 对长期低电压、长期低频率, 每 1s 记录一个电压值或频率值, 时间为 30min .

这里, 技术准则的数据记录有两个主要特点, 一是分段记录, 二是记录的数据不仅可以有按某一采样率的采样数据, 而且可按一定间隔记录有效值以代替采样值 .

而从上述 COM TRADE 标准的叙述中可知, IEEE 标准主要是针对原始数据的连续记录, 以及多种数据来源 (如模拟磁带记录机, 数字式保护装置, 暂态仿真程序和数字式故障记录装置), 它允许同一数据文件中有多种采样率数据, 这点与前述的技术准则中分段记录是相似的, 但其中对数据有效值的记录方式, 显然 IEEE 标准中未直接涉及到 .

因而, 如何利用 IEEE 标准中规定, 处理好有效值的记录是问题的关键 . 对此, 可以类似于功率 P 、 Q 的记录方式, 来作电流、电压有效值的记录 . 按照 IEEE 标准要求, 如对 A 段有效值的记录, 要求每一工频周期输出一个有效值, 可假设其采样频率为 50Hz, 而对 D 段有效值, 要求每 0.1s 输出一有效值, 假设其采样频

率为10Hz(1/0.1s),这样对于电流和电压记录值,其采样值和有效值可根据采样频率 f_s 区别:

如果 $f_s > 50\text{Hz}$,记录数据为采样值;

如果 $f_s \leq 50\text{Hz}$,记录数据为有效值.

在上述基础上,完全可以做到在IEEE的COMTRADE标准基础上,完成按照技术准则要求的故障数据记录.

在对这种故障记录数据作故障再现时则应考虑到这一特殊问题.

3 故障再现方法与实现

本文在故障记录数据的基础上,实现了故障再现,并对数字保护进行了试验,这一工作的硬件示意如图2所示.

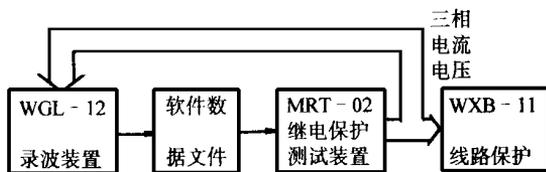


图2 故障再现示意图

WGL-12数字式故障录波装置,按照220~500kV电力系统故障动态记录技术准则的要求,并遵守IEEE的COMTRADE标准记录数据格式,形成故障再现所需的数据文件,其中采样数据的采样频率为1000Hz,即每周20点.

MRT-02型微机继电保护测试装置,是由PC机控制的试验装置,由于其软件编程采用高级语言,因而易于实现各种测试功能,故障记录数据的再现即是其中一项重要的功能.

MRT-02测试装置可由硬件产生三相电流和三相电压6路模拟量输出,模拟量的输出完全按照事先存贮的数据实时发送,每周波数据为40点,即数据的采样率为2000Hz.

MRT-02采用Turbo C语言编制故障再现模块程序.

程序首先对WGL-12的数据文件和配置文件进行解释,这一解释完全是根据IEEE标准进行的.从而形成测试装置发出的故障前数据(对应于A段)和故障后数据(BCD等段),

故障后数据长度持续10s,这是MRT-02作暂态测试的通常做法,WGL-12的记录数据文件表示的是6位长度原始采样数据,而MRT中所需数据则要首先根据转换因子转换成有名实际数值,再按D/A的要求变为12位字长的定点数以作输出数据.

其中由于MRT要求每周40点的输出数据,因而采用三次样条插值算法对WGL-12的记录数据进行数据插值,使每周由20点数据增加为40点.

由MRT-02模拟故障全过程时,先送出故障前数据,这是将A段的数据以不断重复的方式连续送出,当操作故障开始时,测试装置依次连续送出BCD段的数据直到10s时间到时,终止送数过程,完成整个故障再现过程.

4 试验和结语

本文采用图2的装置和设备对故障再现程序和方法进行了检验.

(1)首先利用MRT的整组试验对WXB-11线路保护进行测试,同时由WGL-12进行数据记录并形成满足IEEE标准的有关文件WGL12.DAT和WGL12.CFG.对WXB-11的动作行为和测距结果记录以便比较.

(2)利用WGL12.DAT和WGL12.CFG两个文件,选择MRT的故障再现功能项,用前次的记录数据模拟(1)中的整组试验,再对WXB-11进行测试,结果表明保护的两次动作行为完全一致,测距相同.

(3)采用(2)中的方法对保护作多次重复试验,结果表明故障再现方法是稳定的.

本文对IEEE的COMTRADE标准作了简要阐述,通过对其特点的分析,结合我国的故障动态记录技术准则的特殊性要求,提出了满足二者要求的数据记录方法,并在MRT-02测试装置实现了故障再现.故障记录数据交换(共享)具有重要的现实意义和(下转48页)

度的横差保护和不完全电流差动保护,代替目前的差动和匝间保护,以解决匝间短路保护灵敏度和定子绕组分支断开等问题;或采用原理先进的新型微机保护更新现有的保护。

参考文献

1 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用, 中国电

力出版社, 1996.

2 王维俭, 候炳蕴. 大型机组继电保护理论基础(P51). 水利电力出版社, 1982.

3 王维俭, 候炳蕴. 大型机组继电保护理论基础, 第二版(P61、102). 水利电力出版社, 1989.

4 许昌继电器厂. 大型发电机-变压器组集成电路成套保护装置.

FAULT ANALYSIS FOR ONE 300MW TURBO- GENERATOR WHICH DAMAGED SERDUSLY —THE CAUSE AND DEVELOPMENT OF THE FAULT AS VIEWED FROM RELAY PROTECTION

L i u H u a (Relay Section of the Henan Power Dispatch and Communication Bureau, 450052, Zhengzhou, China)

Abstract On Oct 1996, a 300MW generator was severely burnt in the thermal power plant S M eanw hile the static contact of phase A bus earth switch in TV cabinet of 20kV bus at the generator outlet was burnt into a ball In the two fault points, which is the first start point? What is the cause? These questions are analyzed as viewed from relay protection It is shown that the first fault is in the generator, and thus some suggestions for improvement are presented

Keywords Turbo-generator Fault Relay protection Analysis

(上接26页) 长远意义, 各种装置的数据以及软件产生的数据文件都有必要遵循 COM-

TRADE 标准, 这样才能更快推动数据交换的普及应用。

RESEARCH ON TRANSIENT DATA EXCHANGE AND FAULT REPRODUCTION

L i u J ianfei, X ia Ruihua, Q in L ijun, Chen Gangjie, L iu W anshun

(North China University of Electric Power, 100085, Beijing, China)

Abstract The IEEE COM TRADE standard and features are introduced The principles of power system fault dynamic record technique are analyzed The paper presented the method of fault data record in section and realized the fault reproduction

Keywords transient data exchange fault reproduction electric power system COM TRADE standard

(上接37页) 比采用单片机有便优越的开发环境。采用单片机时如果遇到双精度浮点数运算, 解方程等复杂运算要花费大量的时间和精力, 而且难以保证程序的正确性。在8086单板机上这些事可以让高级语言去做。8086只有40只管脚, 用普通的双面板加工工艺很容易加工出仪

用的16位单板机。用这种方法设计需要复杂运算的仪器不失为一个良好的途径。其它单片机的C语言(C51, C96等)均不支持8字节双精度浮点数运算。

16BITS MICROPROCESSOR SYSTEM OF THE FAULT LOCATOR FOR 500kV LONG LINE

L in Jun (Electric Department of Fuzhou University, 350000, Fuzhou, China)

Abstract A 16bits microprocessor system of fault locator which is designed with 8086 CPU is introduced The system has larger spaces for program and data and can support complex long- line fault locating software The software, which is written in ASM 86 and C language and is composed of double- precision floating points and double-curve function, can be burnt in EPROM of the system and operates in an environment without operational system support

Keywords HV transmission line Fault locator 16 bits single chip processor