

Analysis of the Cause of the Differential Protection Malfunction of Siemens 7UM622 Protection Device Caused by Lightning Strike

Xiaofeng Chen

Shenzhen Datang Baochang Gas Power Generation Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518110, China

Abstract

To accommodate diverse system operating modes, imported international brand microcomputer protection systems typically adopt open-source parameter configuration. While most relay protection engineers prioritize setting power calculation values, they often overlook system operating mode configurations. This paper analyzes a case where differential protection malfunction occurred in a Siemens 7UM622 device at a Shenzhen power plant due to improper system mode settings in its shunt equipment. The study provides a detailed analysis of key parameter configuration principles for Siemens protection systems, proposing that imported microcomputer protection should incorporate expanded system operating mode configurations. This recommendation can serve as a reference for the application of imported microcomputer protection systems.

Keywords

relay protection setting, Siemens 7UM622 protection, differential protection, lightning strike, neutral point

雷击导致西门子 7UM622 保护装置差动保护误动原因分析

陈晓峰

深圳大唐宝昌燃气发电有限公司, 中国·广东 深圳 518110

摘要

进口国际品牌的微机保护为了适应多种系统运行方式,一般对装置的参数都采取开源的方式进行设置,大多数继保工作人员对电量计算的整定值比较重视,而对保护装置配置的系统运行方式可能会忽略,本文通过对深圳某电厂忽略设备系统方式设置导致西门子7UM622保护装置差动保护误动的实例,对西门子保护的参数设置要点进行详细的分析,提出了国际品牌微机保护整定值应增加系统运行方式的设置,可以推广至进口品牌的微机保护参考应用。

关键词

继电保护整定 西门子7UM622保护 差动保护 雷击 中性点

1 引言

微机保护定值的整定是确保电力系统安全稳定运行的关键环节,主要根据保护装置的特性和电力系统参数,合理设置各项整定值,以保障继电保护动作的可靠性,大多数国产继电保护装置在设计设备选型时已选定继电保护装置的形式,现场的整定计算主要以电量计算整定值的输入为主,而一些进口品牌微机保护装置如西门子、施耐德等品牌为了适应各种运行工况,其参数的设定范围很宽广,不仅包含了整定的电量参数,还需要设定保护的主设备的连接方式,CT的极性等等,因此对于进口品牌的微机保护需要根据不同的运行方式对保护对象的各种型式进行设定,防止保护误

动。深圳某电厂曾发生一起因雷击导致发变组差动保护误动的案例,特对此现象进行详细的分析如下。

2 案例经过

深圳某燃机电厂为两套9E燃气蒸汽联合循环机组,以双母线接入深圳电网110kV系统,双母线分段运行,其中2号机组采用单元接线接入1号母线,2号主变型式为Y/Δ-11分接绝缘,采用中性点经隔离刀闸接地与间隙接地的模式运行,发变组保护由发电机保护(装置型号为西门子7UM6225),主变高压侧后备保护(装置型号为西门子7SJ6865),零序和间隙零序保护(装置型号为西门子7SJ6865)组成。7UM622主保护为发变组纵差保护,采用比率差动工作原理,没有配置专门的主变差动和发电机差动保护,中性点接有零序保护和间隙零序保护。

某雷雨天气,机组满负荷2号主变中性点地刀分开运行,

【作者简介】陈晓峰(1977-),男,中国海南琼山人,本科,工程师,从事电力系统自动化研究。

一阵雷击闪电过后，2号机组跳闸，检查发现2号发变组差动保护动作，同时有灭磁开关联跳出口、热工保护动作指示灯亮，询问深圳中调，答复110Kv系统某线路出现单相接地又重合的现象，检查保护动作结果及录波如图1所示。

动作事件记录如图2所示。

3 动作原因分析

3.1 动作值与定值核算：

结合图1与图2分析可以知道，保护装置检测到系统故障开始启动，20毫秒后差动保护动作出口，动作相A、B两相，30毫秒后差动保护C相动作出口，在50毫秒时开关

动作跳开，其中动作出口时A相差动电流1.6倍额定电流，B相动作差流1.56倍额定电流，C相差流1.45倍额定电流，A相制动电流2.56倍额定电流，B相制动电流1.6倍额定电流，C相制动4.72倍额定电流。

西门子7UM6225差动保护采用变斜率比率差动保护，其整定如图3所示，其中2021为差动保护启动值（定值为 $0.4I_n$ ），2041斜率1（ $K=0.25$ ）与横坐标交点为2042基点1（零点），2043斜率2（ $K=0.5$ ）与横坐标交点为2044基点2（ $2.5I_n$ ）。根据故障时三相制动电流计算出差动保护电流动作值，并与差动保护整定定值进行了比较，结果如表1所示。其中电流基准 $I_n=2.98A$ ，以高压侧为基准。

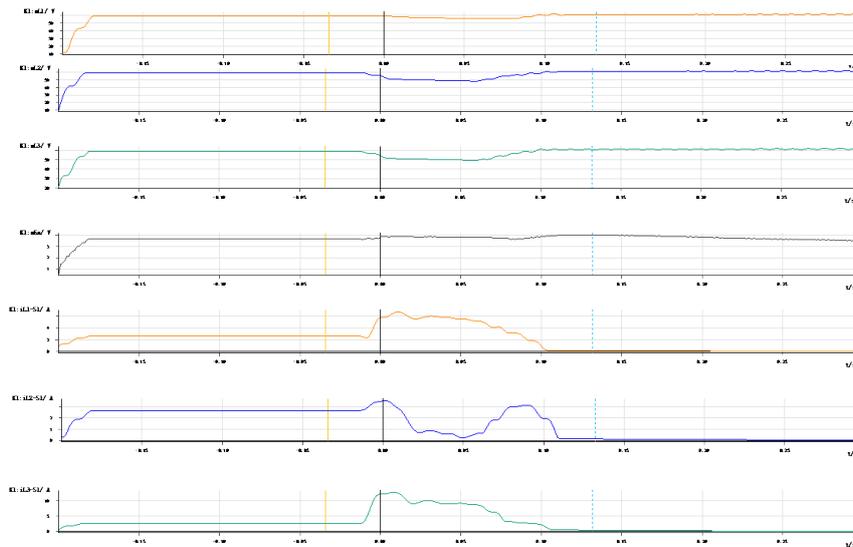


图 1 2 号发变组故障录波波形

| 时间 | 事件名称 | 描述 | 动作值 | 定值 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| 00:00:00.000 | 启动 | 启动 | | |
| 00:00:00.020 | 差动保护启动 | 差动保护启动 | 0.4In | 0.4In |
| 00:00:00.020 | 差动保护出口 | 差动保护出口 | 1.6In | 1.6In |
| 00:00:00.030 | 差动保护出口 | 差动保护出口 | 1.56In | 1.56In |
| 00:00:00.030 | 差动保护出口 | 差动保护出口 | 1.45In | 1.45In |
| 00:00:00.050 | 开关跳闸 | 开关跳闸 | | |

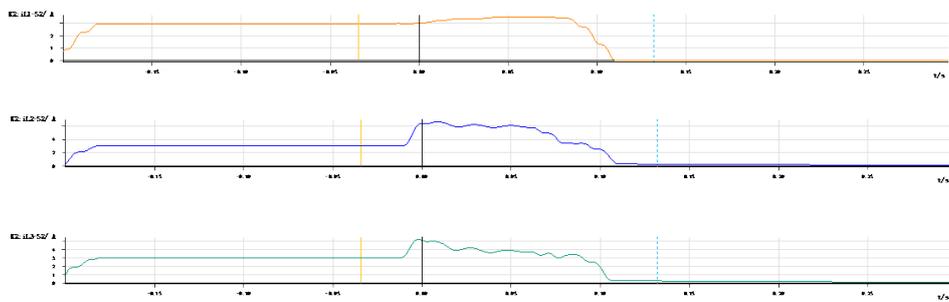


图 2 西门子 7UM622 保护动作事件记录

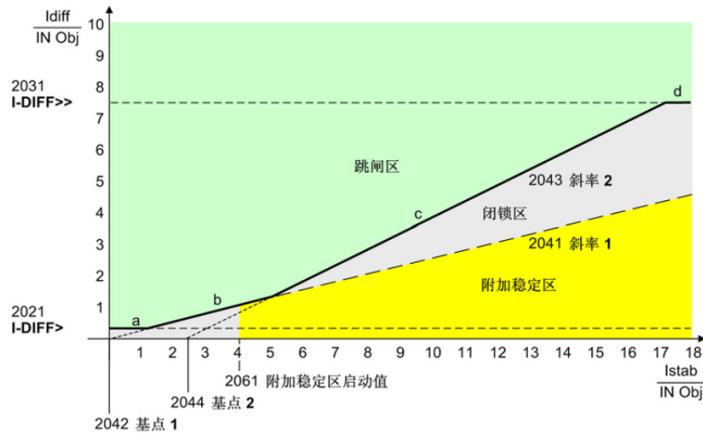


图 3 西门子 7UM622 差动保护曲线

根据录波数据整理了故障时的动作数据如表 1 所示。

表 1

| 相别 | 起始值 | 斜率 | 差动电流 | 制动电流 | 整定动作值 | 结论 |
|----|-------|------|--------|--------|--------|------|
| A | 0.4In | 0.25 | 1.6In | 2.56In | 0.64In | 动作区内 |
| B | 0.4In | 0.25 | 1.56In | 1.6In | 0.4In | 动作区内 |
| C | 0.4In | 0.25 | 1.45In | 4.72In | 1.18In | 动作区内 |

从表 1 看出，实际差动电流大于整定动作值，差动电流动作值落入跳闸区域范围内，西门子 7UM622 比率差动保护跳闸出口真实反应了实际检测数据。

3.2 区外故障差动保护动作原因

从故障现象及故障地点来看，对于西门子 7UM6225 差动保护而言为区外故障，问题的关键是差动电流三相均衡，与正常的区内故障有很大的差异。主要原因是西门子 7UM622 保护对于主变中性点接地和主变中性点不接地对于差动电流的算法不同。

对于中性点不接地系统，因为发生单相接地时，不会产生零序电流，两侧电流算法如图 4 所示。由图 4 可知， $IA=L1$ ， $IB=L2$ ， $IC=L3$ ，星型侧直接将线电流作为差动保护 1 侧的计算电流。

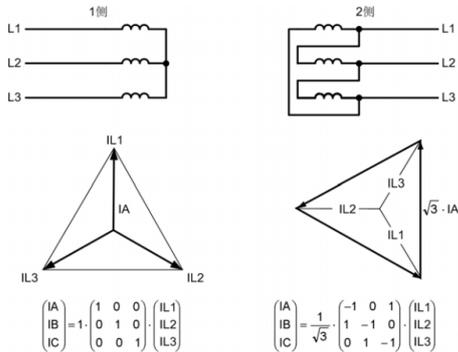


图 4 主变中性点不接地系统向量及电流算法

对于中性点接地系统，因为发生单相接地时，三相会产生同向量的零序电流，两侧电流算法如图 5 所示。由图 5

可知：

$IA=(2L1-L2-L3)/3=(3L1-L1-L2-L3)/3=(3L1-(L1+L2+L3))/3$ ，在星型侧没有故障的情况下， $L1+L2+L3=0$ ，则 $IA=L1$ 。星型侧亦直接将线电流作为差动保护中 1 侧的计算电流。

然而，在出现故障的情况下， $L1+L2+L3 \neq 0$ ，则：

$$IA=(3L1-(L1+L2+L3))/3=(3L1-3L0)/3=L1-L0$$

显然，星型侧将每相线电流中的零序电流消除之后作为差动保护中 1 侧的计算电流。

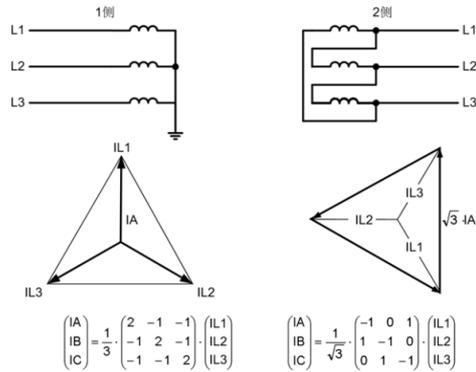


图 5 主变中性点接地系统向量及电流算法

根据深圳中调的信息，在机组跳闸时，110kv 变电站 C 相单相接地，导致主变中性点间隙击穿，因此 2 号主变由中性点不接地运行转为中性点接地运行方式，图 6 为区外故障时系统示意图，显然 C 相发生单相接地时，在主变星型侧会产生零序电流；因为主变三角形侧为不接地系统，因此主变星型侧的零序电流不会传递到三角形侧。

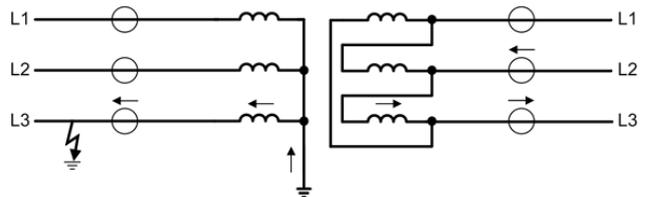


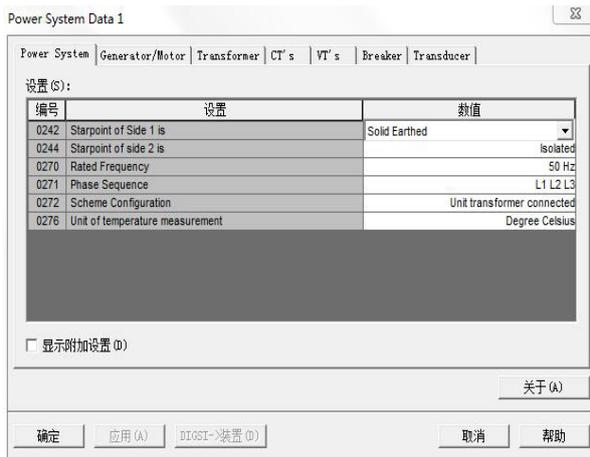
图 6 变压器外部接地故障时各相电流的分布示意图

检查 7UM622 发变组保护装置中设置主变运行方式设置为中性点不接地 (Isollate)，微机保护装置的差动电流计算以中性点不接地方式进行计算，如图 7 算式。在图七算式中，右侧为三角形侧差动保护的计算电流，左侧为星型侧差动保护的计算电流。星型侧 L1、L2、L3 包含正序分量、负序分量和零序分量。三角形侧 L1、L2、L3 包含正序分量、负序分量。根据电力系统叠加法，两侧正序分量和负序分量通过差动电流算法相互抵消。星型侧零序电流则无法抵消，算入差动保护差动电流中，所以即便区外故障，仍然计算出差流，导致差动保护出口。

$$\begin{pmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{pmatrix} = 1 \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} IL1 \\ IL2 \\ IL3 \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} IL1 \\ IL2 \\ IL3 \end{pmatrix}$$

图 7 变压器中性点不接地各相差动电流算法

因此，本次保护在区外故障时动作的主要原因是 7UM622 保护装置中设置主变运行方式设置为中性点不接地，当区外发生单相接地导致主变中性点间隙被击穿成为了中性点接地运行，零序电流不平衡导致差动电流的算法出现了差异，因此保护装置认定区内故障出口跳闸。

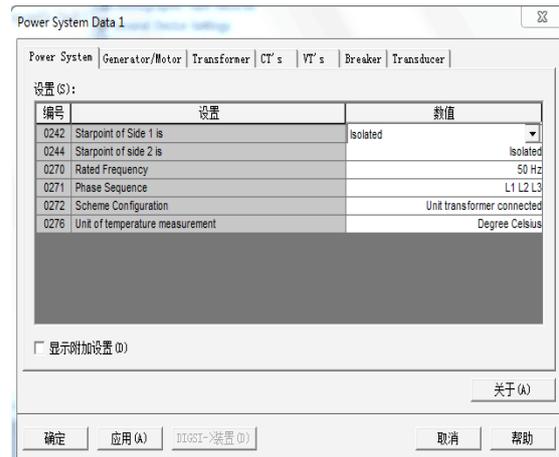


修改前

4 修正措施

西门子 7UM622 保护的整定值设置与国产的南瑞、南自、四方等品牌不尽相同，国产品牌的保护整定设定主要以电压变比、电流变比及计算的电量整定值为主，不涉及系统运行方式、CT 极性参数，因此《中国南方电网大型发电机变压器继电保护整定计算规程》里只对各电量保护定值的计算做了详细的要求，而对系统运行方式、CT 极性参数未在定值清单里进行详细的描述和要求，而国际品牌的微机保护为了适应各种不同型的设备，对电力系统运行方式、CT 极性、电压电流变比都采取了开源的方式，由用户自行设定，因此在调试阶段大多数继电保护工作人员会对此设定忽略或重视程度不够，因此有可能出现微机保护系统运行方式为出厂设置，在特殊工况下不能真实反应被保护设备的实际运行工况，必须对此参数进行修改。修改保护装置定值时使用笔记本电脑采用专门的软件进行连接，如图 8 所示进行修改：

在软件中将 0244 由 Isollate 改为 Solid Earthed，即主变高压侧由中性点不接地改为直接接地，修改完成后再也没有出现误动。



修改后

图 8 西门子 7UM622 系统定值修改图

5 结论

进口国际品牌的微机保护为了适应多种系统运行方式，一般对装置的参数都采取开源的方式进行设置，大多数继电保护工作人员对电量计算的整定值比较重视，对保护装置配置的系统运行方式可能会忽略，一旦设置不当，极有可能出现保护误动的情形，因此当配置进口品牌的微机保护时，需要根据不同的运行方式对保护对象的各种型式进行设定，防止保护误动，这点与国产品牌微机保护的要求不一样，需要引起

广大继电保护工作人员的重视。

参考文献

- [1] Q/CSG110034-2012 《中国南方电网大型发电机变压器继电保护整定计算规程》南方电网企业标准，2012年5月发布。P28-30
- [2] 西门子用户功能手册《SIPROTEC 4 7UM6X多功能电机保护装置用户功能手册》P70-78
- [3] 南瑞继保《PCS-985BT电厂变压器保护装置说明书》P1-9页
- [4] 国电南自《DGT801U系列数字式发电机变压器保护装置技术说明书》P1-2页