

发电机中性点电压互感器断线的检测方法

毕大强, 王祥珩, 王维俭

(清华大学电机系, 北京 100084)

摘要: 分析了发电机中性点电压互感器断线故障对定子单相接地保护的影响, 指出中性点电压互感器断线将导致三次谐波电压比值型定子单相接地保护误动, 但现有电压互感器断线判断方法不易检测该处的断线故障。利用单相接地故障发生时机端和中性点三次谐波电压故障分量近似相同的变化特点区分中性点电压互感器断线与中性点金属性接地故障, 防止定子单相接地保护误动。

关键词: 发电机; 接地故障; 电压互感器断线

中图分类号: TM451; TM623 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)16-0032-02

0 引言

目前, 发电机 100% 定子单相接地保护普遍是由基波零序电压保护和三次谐波电压保护构成的^[1]。对三次谐波电压保护, 基于机端和中性点三次谐波电压比值的判据应用得更为广泛, 它主要起弥补基波零序电压保护在发电机中性点附近存在的死区的作用。

采用三次谐波电压保护需要分别测量机端和中性点的三次谐波电压, 因此需要在发电机机端装设开口三角形电压互感器, 同时在中性点装设电压互感器。机端电压互感器回路装有熔断器, 熔断器熔断、回路接头松动或断线, 都可能造成机端电压互感器断线。由于正常时机端电压互感器承受相电压, 所以机端电压互感器断线后电压变化很大, 特征明显较容易检测。中性点电压互感器通常不装设熔断器, 其断线故障通常是由回路接头接触不良所导致。由于中性点电压互感器承受的是零序电压, 所以断线后不易检测。

如果中性点电压互感器发生断线, 中性点三次谐波电压将为零, 而机端三次谐波电压保持不变, 机端与中性点三次谐波电压的比值将为无穷大, 基于三次谐波电压比值的保护判据必然误动。这种情况须与发电机中性点处发生金属性接地故障相区别, 因为当发电机中性点发生金属性接地时, 中性点三次谐波电压也变为零, 机端三次谐波电压升高, 机端与中性点三次谐波电压的比值也将为无穷大。这样就三次谐波电压保护而言, 很难区分中性点电压互感器断线故障与中性点发生金属性接地故障。

尽管中性点处的电压互感器发生断线是稀有故障, 但是在现场也有过发生的记录(大多是人为因素

造成), 所以应该在单相接地保护判据中加以考虑, 在正确检测接地故障同时, 防止不必要的误动发生。

1 综合式基波零序电压保护检测电压互感器断线的功能分析

当发电机的基波零序电压可以同时从机端和中性点取得时, 利用它们可以构成综合式基波零序电压保护, 保护的逻辑关系如图 1 所示。

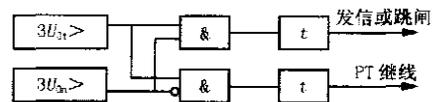


图 1 综合式基波零序电压保护逻辑关系

Fig. 1 Logical relationship of integrated fundamental zero sequence voltage protection against stator ground fault

分析图 1 中的逻辑关系可知, 该种保护只能在发生单相接地故障后, 并且故障点在保护区域内, 机端基波零序电压大于整定值时, 才能判断出中性点电压互感器是否断线。而当只发生中性点电压互感器断线时, 因为机端基波零序电压都不大于整定值, 这样中性点互感器断线就不能检测出来, 导致的结果将是三次谐波电压判据误动。

2 中性点电压互感器断线检测方法

问题的关键在于如何正确区分中性点电压互感器断线故障与中性点发生金属性接地故障。虽然两种故障都会导致中性点处的三次谐波电压为零, 三次谐波电压比值超过整定值而使保护动作, 但两种故障的区别在于: 中性点互感器断线时, 中性点处产生故障分量, 而机端处零序电压不发生变化, 因而不存在故障分量; 但对中性点发生金属性接地故障时, 机端和中性点处都存在故障分量。这样就可以利用

机端和中性点三次谐波电压故障分量区分不同的故障类型。

方法一：

$$\text{若} \begin{cases} |U_{3t}| > U_{set1} & (1) \\ |U_{3n}| > U_{set2} & (2) \end{cases} \text{同时满足,并且三次}$$

谐波电压比值判据动作,则发生接地故障;若只有式(2)满足,并且三次谐波电压比值判据动作,则判断为中性点电压互感器断线。其中, U_{3t} 、 U_{3n} 分别为机端和中性点处的三次谐波电压故障分量,计算间隔时间为两个工频周期; U_{set1} 、 U_{set2} 为门槛值,这里可取相应两个周期前机端和中性点三次谐波电压的10%~20%。

此方法的不足之处在于无论将其作为接地保护的启动判据,还是作为闭锁判据都将降低保护的灵敏度,并且判据的定值整定受发电机运行方式变化的影响。

方法二：

由于发电机定子绕组的漏阻抗远小于绕组对地容抗,忽略绕组漏阻抗的影响,当发电机发生定子单相接地故障后,在机端和中性点处产生的零序电压故障分量近似相同^[2]。利用单相接地故障的这一特点,根据机端和中性点三次谐波电压比值可区分中性点互感器断线与中性点金属性接地故障。当中性点发生金属性接地故障时,机端和中性点三次谐波电压故障分量比值接近于1;而当中性点电压互感器发生断线故障时,机端三次谐波故障分量为零,机端和中性点三次谐波电压故障分量比值为0。具体判据如下：

$$\text{若} \begin{cases} |U_{3t}/U_{3n}| > K_{set} & (3) \\ |U_{3n}| > U_{set} & (4) \end{cases} \text{同时满足,并且}$$

三次谐波电压比值判据动作,则发生接地故障;若式(3)不满足,而三次谐波电压比值判据动作,则发生中性点电压互感器断线故障。因为断线与接地故障之间三次谐波电压的比值变化裕度很大,所以取比值整定值 $K_{set} = 0.5$ 。对于门槛值 U_{set} 只要满足保护装置的电压测量精度就可以。电压互感器断线检测与接地保护的配合逻辑关系如图2所示。

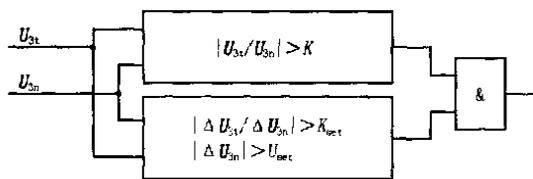


图2 电压互感器断线检测与接地保护的逻辑关系
Fig. 2 Logical relationship between detection of PT broken line and stator ground fault protection

第二种方法的优点在于判据不受发电机正常运行方式变化的影响,无论其作为接地保护的启动判据还是闭锁判据都不会影响保护的灵敏度。

3 结论

发电机中性点电压互感器断线将导致三次谐波电压定子单相接地保护误动,利用机端和中性点处三次谐波电压故障分量的变化可以检测出电压互感器的断线故障,其中基于机端和中性点处三次谐波电压故障分量比值的断线故障检测方法不受发电机运行方式变化的影响。

参考文献：

[1] 王维俭(WANG Wei-jian). 电气主设备继电保护原理与应用(Principle and Application of Main Electrical Equipment Protection) [M]. 北京: 中国电力出版社(Beijing: China Electric Power Press), 1998.
[2] 毕大强,王祥珩,王维俭(BI Da-qiang, WANG Xiang-heng, WANG Wei-jian). 基于三次谐波电压故障分量的定子单相接地保护(Protection Scheme Based on Fault Transient Component of Third Harmonic Voltage for Stator Ground Fault of Generators) [J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2003, 27(13):45-49.

收稿日期: 2003-11-25; 修回日期: 2004-02-12

作者简介:

毕大强(1973-),男,博士,主要从事电气主设备继电保护研究; E-mail: bidaqiang@tsinghua.org.cn

王祥珩(1940-),男,教授,博士生导师,主要从事电机分析与控制、电机故障分析及保护的研究;

王维俭(1930-),男,教授,长期从事电气主设备继电保护的教学与科研工作。

Detecting the PT secondary circuit open at the neutral of generator

BI Da-qiang, WANG Xiang-heng, WANG Wei-jian

(Department of Electrical Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

(下转第40页 continued on page 40)

作实现的直观程度和有效性。SVG为这种互操作的实现提供了技术基础。由于CIM和SVG均是基于XML的,使得它们之间的融合和统一不存在任何困难,SVG中对于成组图元模板定义的支持使得在SVG中定义与CIM中各种电力系统资源对应的图形元件非常简便,同时XML和SVG的可扩展性使得可以在SVG图形元素定义中方便地建立其与CIM资源之间的关联关系。基于CIM/SVG/XML实现不同应用之间的互操作试验,将图形数据的互操作考虑进来,应该是下一步研究和试验的重要内容之一。

3 结论

SVG作为正逐渐成为网络图形标准格式的一个国际标准,对推进图形数据的共享具有重要意义,其在电力系统软件中的应用将极大地推动电力系统网络化应用图形化的发展,并对电力系统应用的集成从电力系统资源数据的集成扩展到电力系统图形数据的集成具有重大的推进意义。大力研究SVG在本领域的应用并推进相关应用软件的开发非常必要。

参考文献:

[1] W3C. Scalable Vector Graphics (SVG) 1.0 Specification

[EB/OL]. <http://www.w3.org/TR/SVG/>.

- [2] Qiu Bin, Gooi H B. Web-based SCADA Display Systems (WSDS) for Access via Internet [J]. IEEE Trans on Power Systems, 2000, 15(2): 681-686.
- [3] 刘崇茹,孙宏斌,张伯明,等(LIU Chong-ru, SUN Hong-bin, ZHANG Bo-ming, et al). 基于CIM XML电网模型的互操作研究(An Investigation on a Common Information Model for Energy Management System) [J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2003, 27(14): 45-48.

收稿日期: 2003-12-12

作者简介:

石东源(1974-),男,博士后,从事二次系统自动化、信息化电力系统相关理论及支撑软件技术的研究; E-mail: dongyuanshi@163.com

卢炎生(1949-),男,教授,博士生导师,从事信息系统和数据库系统领域的研究;

王星华(1972-),男,讲师,从事电力系统继电保护整定计算理论及相关软件技术研究;

段献忠(1966-),男,教授,博士生导师,从事电压稳定、FACTS、信息化电力系统和电力市场等领域的研究。

Study of the application of SVG in power system graphicalized software

SHI Dong-yuan¹, LU Yan-sheng¹, WANG Xing-hua², DUAN Xian-zhong²

(1. College of Computer Science & Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;

2. College of Electrical and Electronic Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: It is essential for the power system software to provide visualization of many kinds of graphics such as the power system network diagram. The traditional method to achieve this goal is to develop specialized graphical module, which makes the system less open and flexible. On the other hand, the IEC61970 provides a uniform modeling of the power system resource to realize the openness and interoperability of the software systems, but the interoperability of the graphics is not included. SVG(Scalable Vector Graphics) is a language for describing two-dimensional graphics in XML and makes the graphics sharable through Web. Based on a brief introduction of SVG, this paper puts forward the application of SVG in power system software to make its graphics system more flexible, open and interoperable through Web.

Key words: SVG; power system; graphicalized software

(上接第33页 continued from page 33)

Abstract: This paper analyses the effect of PT secondary circuit open at the neutral on the stator ground protection, and points out that this kind of PT fault will cause the maloperation of the stator ground protection, which adopts the ratio of third harmonics. However, it is hard for the present method to detect the PT secondary circuit open at the neutral. In the paper, the variations of the fault components of third harmonic at the terminal and neutral, which are nearly the same, are used to distinguish faults between the PT secondary circuit open and the direct grounding at the neutral to prevent the stator grounding protection from maloperation.

Key words: generator; grounding fault; PT circuit open