

发电机励磁回路两点接地保护的研究

罗真¹, 李书兴²

(1. 邯郸供电公司, 河北 邯郸 056035; 2. 平煤集团电务厂, 河南 平顶山 467000)

摘要: 针对目前发电机励磁回路两点接地保护不够成熟、死区过大的问题, 利用目前使用广泛的发电机乒乓式励磁回路一点接地保护为基础进行拓展, 提出了一套较为合理两点接地保护方案, 新的两点接地装置优点突出, 简单可靠, 具有较好的实际使用价值。

关键词: 发电机励磁回路接地故障; 保护; 直流

A study of the two-point grounding fault protection scheme for excitation winding of generator

LUO Zhen¹, LI Shu-xing²

(1. Handan Power Supply Company, Handan 056035, China; 2. Power Plant, Pingmei Group Corporation, Pingdingshan 467000, China)

Abstract: Aiming at the limitation of two-point grounding protection and based on the Ping Pong type grounding protection, this paper puts forward a one-point-to-ground protection scheme by integrating the self checking method of switches. A new and comprehensive two-point-ground protection scheme is proposed. This protection scheme is simple, stable, and practical.

Key words: excitation winding grounding fault of generator; protection; DC

中图分类号: TM772

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)05-0081-04

0 引言

发电机励磁回路发生两点接地故障时, 故障点流过相当大的故障电流而烧伤励磁回路本体; 部分绕组被短接, 励磁绕组中电流增加, 可能因过热而烧伤绕组; 同时可能使气隙磁通失去平衡, 从而引起振动, 特别是多极机会引起更加严重的振动, 甚至会因此而造成灾难性的后果。但是由于发电机励磁回路一点接地故障, 对发电机并不造成危害, 只有相继发生第二点接地故障, 才会威胁发电机的安全。因此如果两点接地保护足够灵敏, 就能够舍弃一点保护, 因此研究发电机励磁回路两点接地保护对发电机励磁回路保护具有非常重大的意义。

1 发电机励磁回路两点接地保护现状

长期以来, 发电机励磁回路两点接地保护(特别是正常运行时投入工作的)均存在不够成熟、死区过大的问题。

目前, 发电机励磁回路保护大量采用了乒乓式

励磁回路一点接地保护, 这种保护不受励磁回路绕组对地电容及接地点的位置的影响, 调试、整定方便, 正确动作率高, 功耗小, 深受广大电力系统人士的喜爱。它的动作依据是通过乒乓式工作原理来实现的, 发电机运行中由时钟脉冲控制两个开关交替闭合, 对电路进行采样分析得出测定电导 G 。同时根据电机参数设定整定电导 G_{Zd} , 将两者大小对比判定保护装置是否动作, 这种保护装置优点突出, 但存在着电机停机或无励磁空载状态不能检测发电机励磁回路绕组接地故障的问题。

有人在保护励磁回路叠加一个辅助的直流电源 U_0 , 消除了乒乓式励磁回路一点接地保护在电机停机或无励磁空载状态不能检测发电机励磁回路绕组接地故障的问题。其原理如图1所示。

经过这一改进, 进一步缩小了乒乓式励磁回路一点接地保护的死区, 提高了此保护的可靠性。本人认为, 可以以此一点接地保护装置为基础, 扩展成为两点接地保护装置, 利用切换采样原理与微机的计算功能, 测定接地故障点位置和过渡电阻大小, 同时新的装置能够对故障点准确定位。以下是

本文的扩展方案。

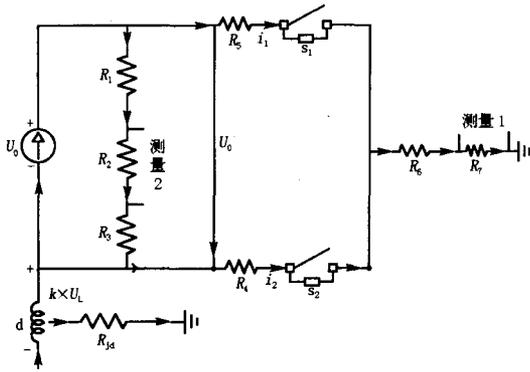


图 1 叠加辅助直流电源的乒乓球式发电机励磁回路一点接地保护原理示意图

Fig.1 Principle of Pingpong type microcomputer protection for one-point-grounding fault of generation exciting rotor superposing DC voltage

2 乒乓球式励磁回路式二点接地保护

乒乓球式励磁回路式二点接地保护以乒乓球式励磁回路式一点接地保护为基础，其原理接线示意图见图 2 与图 3 所示，其稳态过程如下。

一点接地故障时：

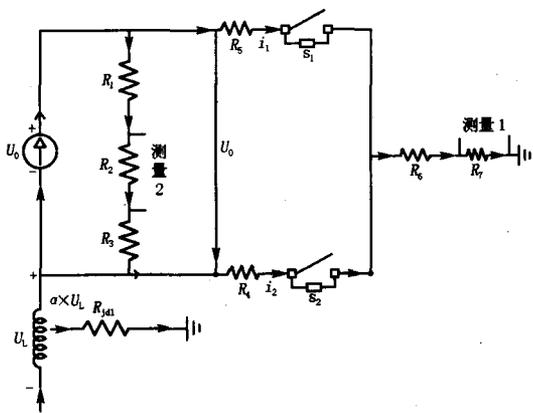


图 2 乒乓球式励磁回路两点接地保护一点接地故障时原理示意图

Fig.2 Fault principle of Pingpong type microcomputer protection for two-point-grounding fault of generation exciting rotor

S_1 接通， S_2 断开时，可得

$$i_1 = \frac{U_0 + \alpha U_L}{R_5 + R_6 + R_7 + R_{jd1}} \quad (1)$$

S_1 断开， S_2 接通时，可得

$$i_2 = \frac{\alpha U_L}{R_4 + R_6 + R_7 + R_{jd1}} \quad (2)$$

$$R_5 + R_6 + R_7 + R_{jd1} = \frac{U_0 + \alpha U_L}{i_1}$$

设 $R_4 = R_5$

$$\alpha = \frac{i_2 U_0}{U_L (i_1 - i_2)} \quad (3)$$

此时由于一点接地故障并未对电机造成损害，保护并不需要跳闸，保护装置可以动作于信号，提醒值班人员注意，并且可以通过 α 测算出励磁绕组中故障点准确位置，为故障检修和检测提供便利。

此时，如果发电机情况未继续恶化，值班人员可依据情况继续运行或是停机检修，如果继续恶化，发生两点接地故障，其稳态过程如下：

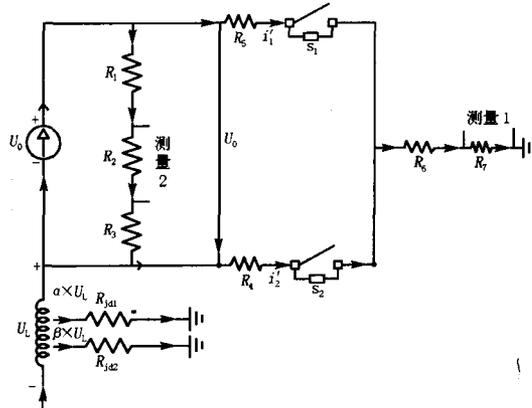


图 3 乒乓励磁回路两点接地保护两点接地故障时原理示意图

Fig.3 Fault principle of Pingpong type microcomputer protection for two-point-grounding fault of generation exciting rotor

S_1 接通， S_2 断开时，可得

$$i_1' = \frac{U_0 + \frac{R_{jd2} \alpha U_L + R_{jd1} \beta U_L}{R_{jd1} + R_{jd2}}}{R_5 + R_6 + R_7 + \frac{R_{jd1} R_{jd2}}{R_{jd1} + R_{jd2}}} \quad (4)$$

S_1 断开， S_2 接通时，可得

$$i_2' = \frac{\frac{R_{jd2} \alpha U_L + R_{jd1} \beta U_L}{R_{jd1} + R_{jd2}}}{R_4 + R_6 + R_7 + \frac{R_{jd1} R_{jd2}}{R_{jd1} + R_{jd2}}} \quad (5)$$

$$\beta = \frac{(i_1 i_2' - i_2 i_1') [U_0 - (R_5 + R_6 + R_7)(i_1 - i_2)]}{U_L (i_1 - i_2)(i_1' - i_2' - i_1 + i_2)} \quad (6)$$

如果设乒乓式励磁回路两点接地保护出现一点接地故障时, $\beta = 1 - \alpha$ 。此时, 如果相继发生两点接地故障时, 此时保护装置再次得出的 $\beta \neq 1 - \alpha$ 。装置就确认为已发生励磁回路两点接地故

障, 保护立即跳闸。

3 保护硬件方框图

乒乓式励磁回路两点接地保护的硬件方框图如图4所示, 以下分析其动作特性。

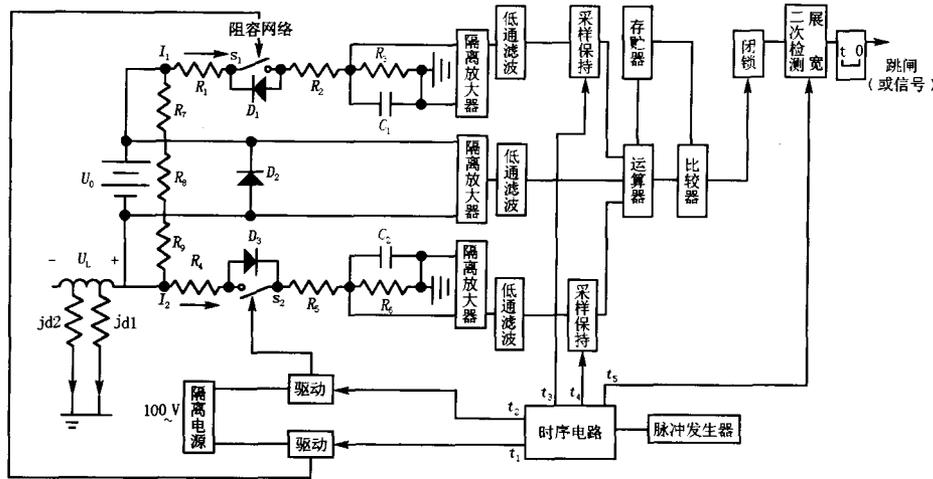


图4 乒乓式励磁回路两点接地保护的硬件方框图

Fig.4 Hardware diagram of Pingpong type microcomputer protection for two-point-grounding fault of generation exciting rotor

脉冲信号 i_1 、 i_2 、 i_1' 、 i_2' 经各自的隔离放大器、低通滤波器分别送至运算器。励磁电压 U_L 也经隔离放大器、低通滤波器送至运算器。这里采用隔离放大器是为了使发电机励磁回路(强电)与集成电路(弱电)间有很好的隔离, 并且可保证输出电压与输入电压间有很好的线性关系。

励磁回路发生一点接地故障时, 各数据传送入运算器, 由运算器计算得出 α 后, 将数据存贮在存贮器内, 同时保护装置可以动作于信号, 提醒值班人员注意; 如果相继发生两点接地故障, 此时再由运算器计算得出 β , 将 β 与 $1 - \alpha$ 相互比较, 如果 $\beta \neq 1 - \alpha$ 。通过二次检测回路检测避免误动作后, 确认为已发生励磁回路两点接地故障, 保护立即跳闸。

4 乒乓式励磁回路式两点接地保护的改良方案的优点

乒乓式励磁回路式两点接地保护的改良方案优点在于:

1) 消除了保护装置在发电机停机或无励磁空转状态不能检测发电机励磁回路绕组接地故障的

缺点。

2) 乒乓式两点接地保护装置依托乒乓式一点接地保护的构架, 不必单独装设两点接地保护装置, 简化了电路, 调试方便。即可动作于一点接地保护, 也可动作于两点接地保护。

3) 励磁回路发生两点接地故障后, 装置不仅可以提供接地电阻的大小, 而且可以提供第二接地点与第一接地点的故障点位置, 便于故障排查。

5 结论

本文以乒乓式励磁回路一点接地保护为基础构建两点接地保护, 新的两点接地保护装置不但能够很好地动作于两点接地故障, 同时能够准确定位故障点, 并有着自己独到的优点, 有着较好的实用价值。

参考文献

[1] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用(第二版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 1996.
WANG Wei-jian. Theory and Application of Electric Equipment Protection, Second Edition[M]. Beijing:

- China Electric Power Press, 1996.
- [2] 王维俭, 侯炳蕴. 大型机组继电保护理论基础(第二版)[M]. 北京: 水利电力出版社, 1988.
WANG Wei-jian, HOU Bing-yun. Theory Basis of Large Capacity Sets Protection, Second Edition[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1988.
- [3] 高春如. 叠加交流电压转子一点接地保护误动的分析[J]. 继电器, 1994, 22(3):19-23.
GAO Chun-ru. Analysis of Failure Operation in the One Point Grounding Fault Protection for Field Winding of Generation Superposing AC Voltage[J]. Relay, 1994, 22(3):19-23.
- [4] 姚晴林, 刘圣奇, 祖伟. 乒乓式发电机转子一点接地保护的研究[J]. 继电器, 1993, 21(2):7-10.
YAO Qing-lin, LIU Sheng-qi, ZU Wei. Study on Pingpong Type Protection for One Point Grounding Fault of Generator Exciting Rotor[J]. Relay, 1993, 21(2):7-10.
- [5] 姚翔. 发电机转子一点接地乒乓式微机保护的研究[J]. 电力自动化设备, 2000, 20(6):27-28.
YAO Xiang. Study on Pingpong Type Microcomputer Protection for One Point Grounding Fault of Generation Exciting Rotor[J]. Electric Power Automation Equipment, 2000, 20(6):27-28.
- [6] 胡虔生, 胡敏强, 杜炎森. 电机学[M]. 北京: 中国电力出版社, 1996.
HU Qian-sheng, HU Min-qiang, DU Yan-sen. Electro Mechanics[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1996.

收稿日期: 2006-05-22; 修回日期: 2006-08-18

作者简介:

罗真(1982-), 男, 本科, 专业方向为电气工程及其自动化; E-mail: luozhen1318@126.com

李书兴(1962-), 男, 工程师, 从事变配电管理工作。

(上接第 80 页 continued from page 80)

完毕取消强制。在母线刀闸操作完成后要及时检查母差保护液晶屏显示的接线图上刀闸位置是否与现场一致, 有没有发“开入异常”告警信号, 并及时复归“开入变位”信号。若刀闸位置与现场不一致极容易造成母差保护拒动。

5) 保护传动或试验时应注意的问题

在保护传动或试验时, 除了要及时通知相关人员外, 还要将母差屏内对其他线路保护有影响的压板退出, 防止造成其他线路误动。对交流回路加电压时要注意把外回路脱开, 防止引起反充电和使其他保护装置误动; 加电流时要短接本保护装置, 防止差动回路电流不平衡引起母差保护误动。

5 结束语

母差及失灵保护双重化改造, 是一项涉及范围广、技术复杂的工作。220 kV 信阳变电站母差及失灵保护双重化改造, 于 2005 年 12 月 20 日按期完

成, 运行良好。开创了我公司重要变电站母差及失灵保护双重化改造的先例, 为同类变电站母差及失灵保护双重化改造积累了成功经验。

参考文献

- [1] 国家电网公司. 国家电网公司十八项电网重大反事故措施[Z].
State Power Grid Company of China. State Power Grid of China Company Eighteen Item Electric Power Net Important Averse Accident Step[Z].

收稿日期: 2006-11-14; 修回日期: 2007-01-05

作者简介:

孙立存(1967-), 男, 本科, 工程师, 研究方向为继电保护;

刘秋池(1978-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向为继电保护; E-mail: liuqiuchi@sina.com

邹欲晓(1968-), 女, 本科, 工程师, 研究方向为继电保护。

我国首条超高压长距离大容量跨海联网工程开工

我国第一个超高压、长距离、大容量的跨海电网联网工程 10 日在海南省澄迈县开工。跨海联网工程采用 500 kV 交流联网方案。北起广东省湛江市港城变电站, 穿越琼州海峡, 南至海南省澄迈县福山变电站。新建海底电缆 34.7 km 和架空线路 144 km。额定输送容量 60 万 kW。跨海联网工程长度为世界第一, 输送容量为世界第二。预计工程动态投资约 21 亿元人民币, 2009 年上半年建成投产。

多年以来, 由于海峡的阻隔, 海南电网一直处于孤岛运行状态。电网结构薄弱, 大机小网矛盾突出, 抗风险能力较弱。联网工程建成后, 海南电网的安全可靠性和运行经济性将显著增强。海南省与其他省区可以实现电力互送、调剂余缺。南方电网将成为一张架构完整的大电网, 大电网的优势和效益将更加凸显, 实现在更大范围内能源资源的优化配置。