

ZKH—3 电铁馈线保护的改进

张东江 郭勤俭 许昌继电器研究所 (461000)

【摘要】 本文分析了具有再生制动机车和安装有功率补偿装置机车运行的电气化铁道路上馈线保护误动的原因, 并根据牵引负荷的特点, 在 ZKH—3 电铁馈线保护的基础上, 提出了一种具有自适应性的新型阻抗继电器。

【关键词】 牵引负荷 馈线保护 谐波抑制

1 问题的提出

传统的电铁馈线保护都是由四边形阻抗继电器作为主保护。这种配置对于一般的牵引供电系统均能满足要求, 但随着电气化铁道的高速发展, 有的电力机车上加装了兼作滤波的功率补偿装置, 有的电力机车上采用了再生制动方式, 如进口的 8K 机车和国产的 SS5 机车, 作为牵引供电系统负荷的电力机车对馈线保护的動作特性具有直接的影响。对于牵引负荷和再生负荷较重, 行车密度和牵引吨位较大的高速重载线路, 对于现存的馈线保护都存在着躲负荷能力差的问题, 以丰沙大线为例, 此问题对于 BT 方式供电的线路尤为突出, 因为在同样重负荷的情况下, BT 线路的单位阻抗要比 AT 线路高 3~4 倍, 所以这是一个急待解决的问题, 此问题的解决将有助于我国电气化铁道的高速发展。

2 过负荷跳闸原因分析

下面以 ZKH—3 试运行的丰沙大线雁翅牵引变电所雁翅——三家店下行 B 相 211 馈线运行情况为例, 分析 ZKH—3 的動作情况, B 211 线整定计算时以负荷角 37° 计算, 整定值按最大负荷电流 700A, 最低工作电压 25kV 整定, II 段整定值 $Z_{set} = 37\Omega$, $R_{set} = 10\Omega$ 。B 211 馈线上运行的是进口 8K 电力机车, 其采用再生制动方式, 从现场测试的两组再生时的数据可知, 再生时谐波成份丰富, 各次谐波含量很大, 其三次谐波可高达 95.6%, 并且阻抗角较大, 基本落入第二象限^[1]。当供电臂上有的机车工作在制动状态, 有的机车工作在牵引状态时, 其综合

图 4b 为将电气量与非电气量保护分开的出口回路图

图 5 为将主变电气量与非电气量保护分开后接入旁路断路器保护屏中断路器操作箱的接线图。由非电气量保护起动 STJ 出口跳闸, 而 STJ 不参与失灵保护起动。由电气量保护起动 TJ_R 出口跳闸, 而 TJ_R 参与失灵保护起动。

图 6 为采用图 5 接线后断路器失灵保护起动回路图, 从图中可知旁路断路器不论带线路还是主变运行时, 均不需在失灵保护起动回路作任何切换。

4 结束语

在 220kV 双母线带旁路的接线方式中, 主变起动失灵保护 CT 应采用主变各自的独立 CT, 并在保护跳旁路出口回路中将电气量保护与非电气量保护分开出口。既消除了失灵保护起动上的死区, 同时在旁路带主变运行时失灵保护起动回路无需作任何切换, 消除了可能引起的误操作, 提高了失灵保护运行的可靠性。

组抗就会落入保护的動作区内, 造成誤动, 如图 1 所示。从《丰沙大综合性供电試驗报告》中可知, 由于再生的影响, 負荷角可在 $40^\circ \sim 60^\circ$ 之間变化, 并且最大負荷电流可高达 850A 左右, 这都超出了当初线路设计时的考虑, 由图 1 可知, 当負荷角抬高时, 四边形成動作区的右上角成为誤动区, 在此情况下四边形成動作区的躲負荷能力极差, 还不如圓特性阻抗继电器。这是现场造成过負荷跳閘的重要原因, 由图 1 还可以看出, 当空載投入机车变压器或机车惰性过分相时, 会产生励磁涌流, 励磁涌流中含有较高的二次谐波, 其与牵引負荷产生的綜合阻抗也会落入動作区, 但由于现有保护都采用了二次谐波闭鎖功能, 所以这里就不再讨论了。

3 牵引負荷中的谐波量

由于重負荷和再生負荷的存在, 使負荷角提高, 造成短路故障和重負荷两种情况很难区分, 对于这两种情况, 现在唯一能够区分的就是谐波, 如 1993 年 12 月 4 日对丰沙大线西八里牵引变电所四条馈线测试的两组电流数据可知 (见表 1), 线路正常負荷运行时谐波含量较高, 由于电力机车为整流負荷, 所以大都是奇次谐波, 当存在再生負荷时, 谐波含量会更高, 而与之相比, 当馈线发生短路时, 电流波形基本为正弦波。

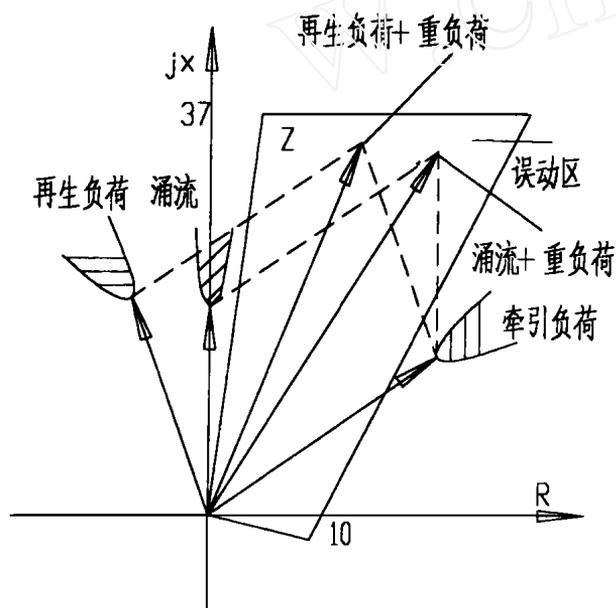


图 1 ZKH—3 動作特性

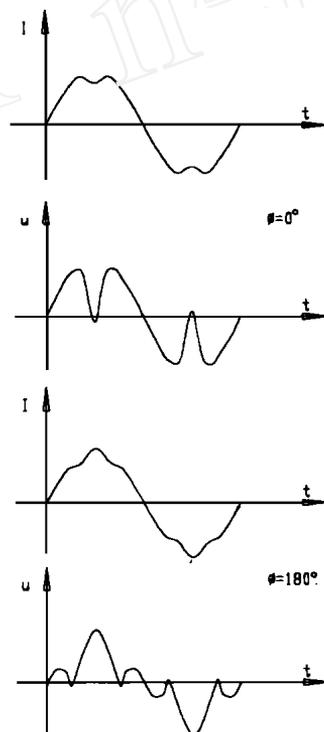


图 2 电抗变换器 (DKB) 特性

表 1

时 间	3 15 11				8 17 32			
	1	2	3	4	1	2	3	4
馈 线	1	2	3	4	1	2	3	4
三 次	13%	10.2%	18.9%	19.3%	14.6%	10.6%	57.7%	32.2%
五 次	4.3%	3.2%	10.9%	8.1%	5.9%	5.2%	30.3%	9.7%
七 次	2.4%	2.9%	5.4%	6%	2.2%	2.2%	28.3%	13.1%

4 DKB 谐波分析

如何正确区分线路故障状态和重负荷状态成为提高馈线保护装置性能的关键。从上述分析可知,谐波是区分这两种状态的一个要点,ZKH—3 电铁馈线保护的阻抗继电器是采用极性连续式相位比较方式的四边形阻抗继电器。如何在重负荷状态下,利用谐波使阻抗继电器的比相回路比相不易成功,是我们要解决的问题。由于电抗变换器(DKB)具有谐波放大作用,我们在装置的交流电流输入回路采用了电抗变换器(DKB)。经实验证明,正是由于DKB对谐波的放大作用,切碎了参与比相的信号波形,使比相不易成功,从而使保护动作边界收缩,起到了谐波抑制作用。图2所示为在DKB一次侧电流中加入三次谐波后在二次侧所得到的电压(U)波形,即为三次谐波与基波的叠加角度,由图中可知,加入谐波后,经DKB的放大,使比相信号有多个过零点,破坏了极性连续。当加入更高次谐波时,情况更为严重。

5 ZKH—3 电铁馈线保护改进方案

考虑到以上因素,在ZKH—3的基础上进行了两个方面的改进,一方面是加了高次谐波闭锁元件,高次谐波取 $100H_z$ 以上,当高次谐波含量超过定值时(面板可整定10%,15%,20%),闭锁保护出口,防止过负荷误动,另一个方面是以电抗变换器(DKB)代替原先的电流变换器(LB),起到谐波抑制作用,对改进后的ZKH—3进行整组测试,其保护特性如图3所示,由于有高次谐波闭锁元件,所以只考虑谐波较低的情形,测试时在基波电流的基础上叠加10%的三次谐波,由图中可以看出,保护的動作区大为收缩,尤其是在右上角的易误动区更为明显,这样当重负荷、负荷角增大时,也不会误动。

6 结论

通过对ZKH—3馈线保护进行两方面的改进,使其保护性能大大的提高,成为一种自适应于牵引供电系统负荷和故障两种情形的自适应保护,当系统有负荷时,由于谐波的存在,保护动作边界收缩,躲负荷能力增强,据文献^[3],即使是装有功率因数补偿装置的电力机车,其综合谐波含量仍不低于10%,而当系统故障时,其波形基本正弦,保护边界恢复原定值,在保护范围内可靠切除故障。

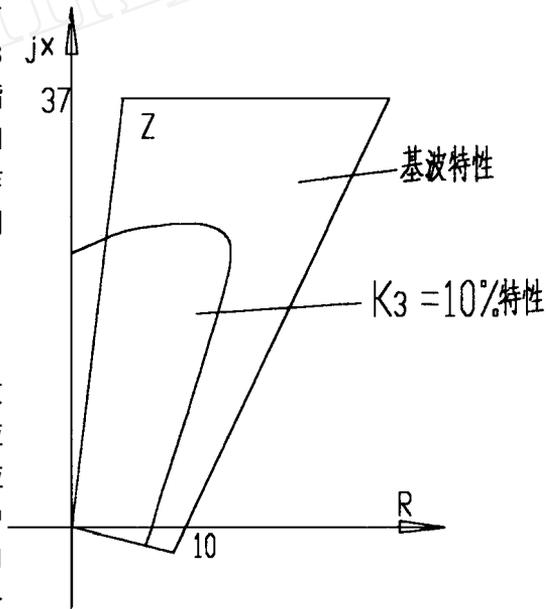


图3 ZKH—3 谐波特性

参考文献

- 1 丰沙大综合供电试验报告. 北京铁路局, 北京分局丰西供电段, 天津电气化勘测设计院, 1994. 6
- 2 高仕斌、苏鹏程 电气化铁道馈线保护误动原因分析及改进 西南交通大学电气工程学院
- 3 韶山5型干线客运电力机车功率因数和谐波性能试验 铁道部产品质量监督检验中心, 1993. 8

via using this method on microprocessor-based line protection

Key words: Reducing load as underfrequency Frequency Rate of frequency variation Microprocessor-based line protection

A Wide Range Quasi-linear Continuously Setting Circuit of Operating Value for IC-based Protection **Yang Wanhui et al(29)**

OPTIMIZATION DESIGN

Circuit Improvement and Analysis on Ping-pong Type Rotor One Point Ground Protection **Zu Wei et al(32)**

An improvement scheme of ping-pong type rotor one point ground protection circuit is presented in this paper. The improved protection is so much simplified that its debugging work is reduced, its performance and reliability are improved, and its cost is lowered. The improved circuit is also analyzed.

Optimization Design About The Start Circuit of Failure Protection for Main Transformer **Yang Zeyu(36)**

Improvement of ZKH-3 Electric Railway Feeder Protection **Zhang Dongjiang, Guo Qian(40)**

The maloperation cause of feeder protection for electric railway serviced with locomotive of using regenerative braking and power compensation device is analyzed in this paper. According to the feature of traction load, a new adaptive impedance relay is presented basing on ZKH-3 electric railway feeder protection.

Key words: Traction load Feeder protection Harmonic restraint

SITE EXPERIENCE

Analysis on Maloperation of 220kV Bus Protection in Hongtashan Substation of YunNan Province on April 23 **Cheng Lijun et al(43)**

A Little Improvement on Secondary Circuit of Substation AC Power Supply System in BSL-10-20(G) Alternative Current Panel **Yan Wenzhu, Zhao Dongxin(51)**

STRUCTURE AND TECHNOLOGY

Application of Photosensitive Anti-Solder Ink in PCB Production **Wang Xian(55)**

STANDARDIZATION

The International Standardization on EMC **Tan Heng(57)**

Disturbance produces during electromagnetic energy conducting and radiating. Maintaining electromagnetic compatibility (EMC) is an important project in international standardization.

All products put on the market have to comply with the EMC Directive in EU from 1st January 1996. Understanding and products complying with EMC standards are important and urgent in China. Some propositions are introduced in this paper such as types of EMC disturbances, organization of the EMC, types of EMC products, types of EMC standards and timetable, organization of IEC TC77 and structure of IEC 1000 publications, legal or contractual status of EMC standards, the EMC directive of EU, so as to promote EMC design and reliable operation of products.

English editor: Zhang Zhiqiang

热烈祝贺许继集团公司成立!

《继电器》编辑部