

关于牵引供电系统接触网自动重合闸方式的探讨

翟铁久^{1,2}

(1. 大连交通大学研究生院, 辽宁 大连 116028; 2. 北京铁路局机务处, 北京 100860)

摘要: 通过对目前电气化铁路接触网重合闸在接触网永久性故障时, 对供电系统造成多次短路电流冲击的弊端分析, 提出了分区所先重合, 变电所后重合的新的重合闸改进方案。

关键词: 电气化铁路; 变电所; 重合闸

中图分类号: TM762 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2005)23-0082-03

0 引言

在牵引供电系统的故障中, 大多数是接触网线路的故障, 因此, 如何提高接触网线路的安全性和可靠性, 就成为牵引供电系统的重要任务之一。

运行经验表明, 接触网线路故障约有 70% ~ 80% 是“瞬时性”的。例如, 由雷电引起的绝缘子表面闪络, 大风引起的碰线, 鸟类以及树枝等物掉落在导线上引起的短路等, 在接触网线路被继电保护迅速切断以后, 电弧即行熄灭, 故障点的绝缘强度重新恢复, 外界物体 (如树枝、鸟类等) 也被电弧烧掉而消失。此时, 如果把断开的线路断路器再合上, 就能够恢复正常的供电, 因此, 称这类故障为“瞬时性故障”。除此之外, 也有“永久性故障”, 例如: 由于倒杆、断线、绝缘子击穿或损坏等引起的故障, 在接触网线路被继电保护断开以后, 它们是仍然存在的。这时, 即使再合上电源, 由于故障依然存在, 接触网线路还是要被继电保护再次断开, 因此就不能恢复正常的供电。

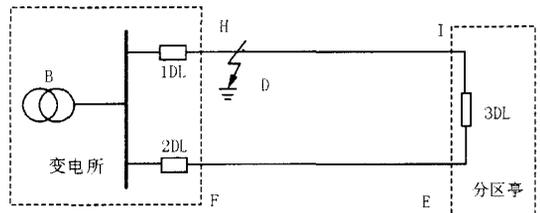
由于接触网线路上的故障具有以上性质, 因此, 在牵引供电系统的接触网线路保护装置中采用了自动重合闸装置, 即当断路器跳闸之后, 能够自动地将断路器重新合闸的装置。这样可以减少故障停电时间, 提高供电可靠性。

在线路上装设重合闸以后, 由于它并不能够判断是瞬时性故障还是永久性故障, 因此, 在重合以后可能成功 (指恢复供电不再断开), 也可能不成功。

1 对现有重合闸配合方式的分析

复线电气化铁路正常供电时, 上、下行接触网并联供电, 1DL、2DL、3DL 均在合闸位置, 如图 1 所示。

目前, 复线电气化铁路的牵引变电所接触网馈线重合闸, 均采用“一次式”自动重合闸, 而分区所



注: 1DL、2DL、3DL 分别为变电所和分区所馈线断路器, B 为变电所主变压器。

图 1 双线电气化铁道、下行供电原理图

Fig 1 Schematic diagram of power supply for double line electrical railway

采用“检压”式重合闸, 即分区所故障跳闸后, 重合闸装置检测到上、下行接触网上均有正常电压, 重合闸装置启动。这样可实现下述自动重合闸配合方式: 在接触网线路发生故障变电所及分区所相关断路器跳闸后, 变电所先重合, 待变电所重合成功后分区所再重合。

假设在接触网下行 (H - I 区段) D 点发生接地短路故障, 则分区所的 3DL 由其继电保护装置跳开, 变电所 1DL 经过 0.1 s 延时跳开, 经 2 s 后自动重合闸, 如果 D 点为瞬时性故障, 则变电所 1DL、分区所 3DL 相继重合成功; 如果 D 点为永久性故障则变电所继电保护加速跳开, 为了及早恢复供电一般经过 3 min 后 1DL 再由人工强送电一次, 如仍有故障 1DL 再次跳开。以上过程按时间排列如图 2。

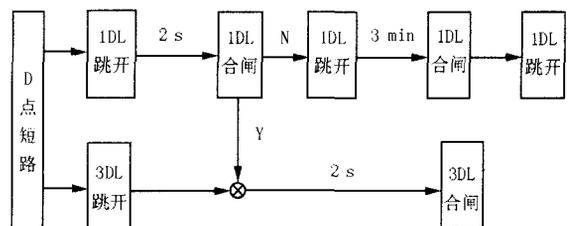


图 2 原重合闸时间顺序方框图

Fig 2 Time-sequential block diagram of old recloser

从方框图看,如果接触网故障为永久性故障,变电所的主变压器在约 2.2 s 时间内承受 2 次大短路电流的冲击,在约 3 min 时间内承受 3 次大短路电流的冲击。同样,变电所的馈线断路器在约 2.2 s 时间内切断 2 次大短路电流,在约 3 min 时间内切断 3 次大短路电流。

变压器的寿命取决于在运行中所经受的电磁力冲击和温升情况。变压器在通过较大短路电流时,会使绕组及其结构元件遭受较大的电磁力的作用,而电磁力的大小与通过线圈的电流的平方成正比。因此较大的、频繁的短路电流冲击会不同程度地造成变压器内部结构的损坏,甚至故障。多年的运行经验表明,在牵引变压器的损坏事故中,绝大部分是在接触网线路短路故障中,由于电磁力造成变压器绕组的机械变形,而短路烧损。

断路器的寿命主要决定于切断短路电流数值的大小和切断次数。如某国产 27.5 kV 真空断路器其额定容量开断次数:当切断 3 kA 电流时为 60 次,而当切断 6.6 kA 电流时仅为 3 次。尤其是在很短的时间内,连续切断短路电流,使断路器的工作条件变得更加恶劣,会降低其开断电流的能力。所以现在的重合闸配合方式对于电气设备的使用寿命不利。

2 分区所先重合、变电所后重合的配合方案

将分区所的“检压”式重合闸装置改为“一次式”重合闸,而将变电所的“一次式”重合闸改为“检压”式重合闸。这样可以实现在接触网线路发生短路故障时,分区所先重合,待重合成功后变电所再重合,如果重合不成功由分区亭强送电的重合闸配合方式。如果接触网故障为永久性故障,由于分区亭先重合,短路点到变电所的距离增加一个供电臂的长度,所以将近端短路转化为远端短路,短路电流减小 1~4 倍。

以京秦线某变电所为例,当短路点 D 发生在下行线路范围内(从变电所馈线出口处 H 点至分区亭处 I 点),通过 1DL 断路器的短路电流较大,为 2395 A 至 876 A;当短路点 D 发生在上行线路范围内(从分区亭处 E 点至变电所馈线出口处 F 点),通过 3DL 断路器的短路电流较小,为 876 A 至 535 A。最小电流仅为最大电流的 22%。

重合闸动作时间顺序如方框图 3 所示。

从方框图看出,如果接触网故障为永久性故障(考虑重合失败后,人工手动强送一次电),在约 3 min 时间内,主变压器只承受 1 次大短路电流冲

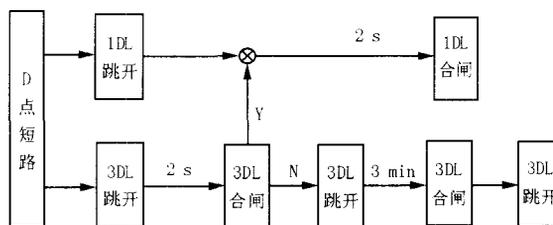


图 3 新重合闸时间顺序方框图

Fig 3 Time-sequential block diagram of new recloser

击,两次小电流冲击,主断路器只切断 1 次大电流,分区亭断路器切断 3 次小电流。而小电流的冲击或者切断对于变压器和断路器几乎不受影响,所以新的自动重合闸配合方案对接触网永久性故障由原来的 3 次大冲击降为 1 次冲击。

3 新的自动重合闸方案的实施方案

1) 将分区所原有的“检压”式重合闸装置改为“一次式”重合闸,每次发生短路继电保护跳开后,经过 2 s,重合闸装置启动断路器再合闸一次。

2) 将变电所的“一次式”重合闸改为“检压”式重合闸。为此需要在变电所的每条馈线隔离开关外侧,装设一台 27.5 kV 电压等级的抽压装置或电压互感器,为变电所馈线重合闸装置提供上、下行馈线电压参数,以确定对应分区所断路器是否重合成功。变电所馈线原理电路图改变如图 4 所示。

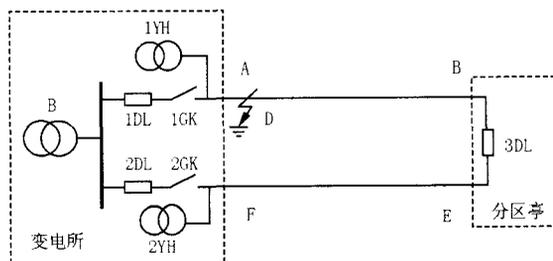


图 4 新配合方案变电所馈线原理图

Fig 4 New schematic diagram of feeder line in substation

图 4 中,1YH、2YH 分别为变电所上、下行馈线检压电压互感器。

3) 强送电操作由变电所改为分区亭。

4 结语

新的重合闸配合方案,减少电气设备的短路次数以及短路电流数值,对于电气设备以及整个电力系统安全性和可靠性,都具有重要的意义。

另外,新的重合闸配合方案,也简化了在接触网“V 型天窗停、送电操作时,变电所需要撤除重合闸功能的操作过程。例如:在上行(或下行)接触网上

停电作业时,按规定必须撤除下行(或上行)馈线的重合闸,待上行接触网送电时再恢复重合闸功能。而新的自动重合闸配合方案,因变电所的重合闸要等分区亭重合成功后才能自动重合,而分区亭在上行停电后断路器不会再重合,所以相当于自动撤出了重合闸,减少了变电所值班员的操作,提高了天窗作业时间的利用率。

参考文献:

[1] 崔立君. 特种变压器理论与设计 [M]. 北京:科学技术

术文献出版社, 1995.

CUI Lir-jun Theory and Design for Special Transformer [M]. Beijing: Scientific and Technical Documents Publishing House, 1995.

收稿日期: 2005-10-19; 修回日期: 2005-11-11

作者简介:

翟铁久(1960-),男,高级工程师,研究方向为电力系统及自动控制。

Discussion on the auto-reclosing scheme in the traction supply system

ZHA I Tie-jiu^{1,2}

(1. Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, China; 2. Beijing Railway Bureau, Beijing 100860, China)

Abstract: When the permanent fault happens in the electrical railway, the traction system will be extra surged by the short-circuit current for the recloser. This paper analyzes the shortcomings of the old reclosing scheme and proposes a novel one. In the novel scheme, the substation will reclose after the section post.

Key words: electrical railway; traction substation; recloser

更高性能、更强防护

——艾默生网络能源 ANYGUARD 防雷系列产品闪亮登场

日前,艾默生网络能源推出了具有高可靠、强防护性的 ANYGUARD 系列防雷产品。该系列防雷产品采用国际先进的全焊接制作工艺以及限压防雷技术,具有响应速度快、残压低、耐受连续雷击、环境适应能力强以及安装、维护方便等优点,成为人们生活、工作中生命、财产安全的“保护神”。

ANYGUARD 防雷产品系列包括电源防雷、信号防雷器、天馈防雷器等完整系列防雷产品。按照应用领域的不同,又细分为 5 个部分:针对 +24 V (或 -48 V) 通信电源的直流端口防雷的 VD 系列直流电源防雷产品、针对单相或三交流电源的 VH 系列交流电源防雷产品、针对低压供电线路进户端的 VT 系列交流电源防雷箱、针对保护各种对电磁干扰敏感的通信端口的 VS 系列信号防雷器以及针对移动通信基站的 VA 系列天馈防雷器。此系列产品的输出电力参数在精度和可靠性方面均可以满足较高标准的需求,涵盖了电源第一级 (B 级)、第二级 (C 级)、第三级 (D 级) 和信号、天馈及精细级防雷保护要求。

ANYGUARD 防雷产品系列最突出的特点就是电源防雷器核心部件应用了全焊接工艺,一体化结构。在业内,多数防雷产品由于没有使用这种全焊接工艺,在过载过大的情况下,导致防雷产品自身出现开焊等情况,致使设备不能正常运转,导致工作人员在不知情的情况下被高压击中受伤的情况屡屡出现。ANYGUARD 防雷产品系列利用整合后带来的更高可靠性、更强防护性让这种情况的出现几率几乎为零,使产品的安全防护性更上一层楼。

艾默生网络能源有限公司在防雷领域专著多年,其防雷实验室拥有世界领先的防雷测试手段和测试设备,并通过了中国实验室国家认可委员会 CNAL 认可,符合国际标准 ISO/IEC17025《检测和校准实验室能力的通用要求》,具备国际标准实验室管理运作及质量保证体系,充分保证了雷击试验的公证性、科学性,有效降低了雷击试验过程中的质量风险。其中 1.2/50 us - 8/20 us 混合波雷击测试设备、8/20 us 模拟雷电冲击电流测试设备、10/1000 us 模拟雷电压长脉冲波形冲击电流测试设备、10/700 us 模拟雷电压长脉冲波形冲击电压测试设备、电网工频过电压测试设备和灼热丝测试仪等防雷测试设备更是达到国际先进水平。这些测试设备的应用,也从另一个层面充分保证了艾默生网络能源 ANYGUARD 系列防雷产品技术的有效性,以及安全防护的可靠性。有理由相信,凭借优越的性能、更加安全可靠的制作工艺以及广泛的应用范围,艾默生 ANYGUARD 防雷产品系列必将能够为各行各业的客户在任何环境下打造一个更加安全更高性能的使用环境。