单相接地故障系统在白云铁矿变电站中的应用*

王战战

(包钢(集团)公司白云鄂博铁矿,内蒙古 包头 014080)

摘 要: 常见的单相接地故障处理方法有消弧补偿法和触点消弧法,消弧线圈补偿法适用于临时性接地故障;而触点消弧法则适用于处理永久性单相接地故障。文章针对 6~35 kV 中性点非有效接地系统的问题,MXJD 单相接地故障管理系统整合了两种接地方式的优点,很好的解决了故障选线的准确率问题,并提供灵活、快速、有效的故障处理手段。

关键词: 单相接地故障;消弧线圈;触点消弧

中图分类号: TD611+.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2017)SO-0076-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.s1.020

Application for Single Phase Grounding Fault System in Substation of Baiyunebo Iron Mine

WANG Zhan-zhan

(*Baiyunebo Iron Mine of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014080, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: Common handling methods of single phase grounding fault include arc compensation method and contact arc suppression method, the arc suppression coil compensation method is applicable to temporary grounding fault, while the contact arc suppression method is suitable for dealing with permanent single phase grounding fault. Aiming at the problems of 6~35 kV neutral ineffectively grounded system, the MXJD single phase grounding fault management system integrates the advantages of the two grounding modes, solves the accuracy problem of fault line selection, and provides flexible, fast and effective fault handling methods.

Key words: single phase grounding fault; arc suppression coil; contact arc suppression

长期以来,我国 6~35 kV 的电网大多采用中性点不接地的运行方式。此类运行方式的电网在发生单相接地时,故障相对地电压降为零,非故障相的对地电压将升高到线电压(UL),但系统的线电压维持不变[1]。因此国家标准规定这类电网在发生单相接地故障后允许短时间(2 h)带故障运行,所以大大提高了该类电网的供电的可靠性。现有的运行规程规定“中性点非有效接地系统发生单相接地故障后,允许运行 2 h”,但规程未对“单相接地故障”的概念加以明确界定;如果单相接地故障为金属性接地,则故障相的电压降为零,其余两健全相对地电压升高至线电压,这类电网的电气设备在正常情况下都能承受这种过电压而不损坏;但是,如果单相接地故障为弧光接地,则会在系统中产生最高值达 3.5 倍相电压或以上的过电压,这样高的过电压如果数小时作用于电网,势必会造成电气设备内绝缘的积累性损伤,如果在健全相的绝缘薄弱环节造成绝缘对地击穿,将会引发成相间短路的重大事故;单

* 收稿日期:2017-06-05

作者简介:王战战(1984-),男,内蒙古包头市人,工程师,现从事供配电技术管理工作。

相接地故障时，非故障相对地电压升高到$\sqrt{3}$倍相电压以上，持续时间长、波及全系统设备，还可能引起第二点绝缘击穿，引起事故扩大事故。

1　改造背景

弧光接地过电压产生的原因是由于固体绝缘设备的增多、真空断路器的大量采用、内部过电压得不到有效限制保护、外部原因（如雷击、鸟害、断线、树枝等外力破坏）等。弧光接地过电压加剧了电缆等固体绝缘的积累性破坏、导致烧 PT 或保险熔断、以及避雷器和过电压保护器爆炸的事故（传统的避雷器、组合式保护器通流量小、密封不好更容易出现崩溃）、电缆接地放炮等事故的产生，危害比较大。白云铁矿 110 kV 变电站在 2014 年改造过程中，6 kV 侧已接地选线装置报警并选出故障线路，但由于没有配置单相接地故障处理类设备，若弧光持续发生，只有被迫将接地线路退出运行。若不退出则会因弧光永久接地导致设备烧毁。

2　MXJD 应用原理

在中性点非有效接地系统中，通过接地变压器引出一个中性点，该中性点与高压可控硅串联后接地。系统正常运行时，可控硅不导通。当某一支路发生单相接地故障时，接地变压器的中性点电压升高，装置中的主控制器检测到接地信号，并触发可控硅导通，零序回路将流过一个脉冲可控的零序电流，该零序电流通过故障支路，故障支路选线信号采集单元检测到选线信号后发送给主控制器，判断故障支路、故障类型及故障时间等[2]。然后根据单相接地故障的性质，再采用不同的工作方式，让消弧线圈和触点消弧互相结合，消除弧光故障，并互相保护。

对于瞬时性接地故障和弧光接地故障，完成选线后迅速启动脉冲式消弧线圈和触点消弧，用触点消弧来旁路暂态、高频接地电容电流和脉冲式消弧线圈暂态电感电流，当脉冲式消弧线圈稳定工作并实现补偿后，退出触点消弧，待故障消除后再退出脉冲式消弧线圈[3]。由于有脉冲式消弧线圈来限制触点消弧的真空接触器开断引起的操作过电压，对于瞬时性接地故障或弧光接地故障，这种组合式的工作方式克服了传统的消弧线圈或触点消弧单独应用的缺陷，更加有利于故障的消除，使装置的可靠性大大提高。

对于永久性的单相接地故障，完成选线后迅速启动触点消弧工作，直接旁路接地电容电流，从而很好地保护故障支路特别是电缆支路的安全，保证系统的安全运行。全电压检测装置监测并记录整个选线、消弧过程，并在系统正常运行及发生故障时，对系统三相电压及其谐波、电压闪变、弧光过电压、雷击过电压、操作过电压等稳态、暂态冲击进行实时监测、定时记录，报警。

3　解决方案

由于白云铁矿 6 kV 电网系统庞大、复杂，在发生单相接地故障时，现有配置的脉冲电流选线装置已经可以准确选出故障支路；针对 110 kV 变电所 6 kV系统现场实际情况，建议在 6 kV 母线段上使用新型的单相接地故障处理装置进行有效的消弧处理措施，提供了更具普遍适应性的消弧手段，针对不同的故障性质：瞬时性接地故障、永久性接地故障、是架空线路还是电缆线路，提供安全、有效的处理方案。

单相接地故障处理装置的技术方案如图 1 所示：在母线的 ABC 三相分别通过 3 个开关 K1，K2，K3 连接，在 3 个开关的下端头接成公共端，再通过一个大功率电阻 R 接到接地母排，并在大功率电阻上并联一个开关 K4。

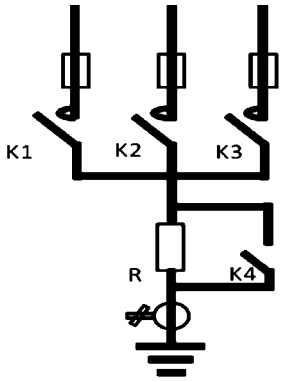


图 1　单相接地故障处理装置的技术方案

当系统发生单相接地故障时，控制器通过对母线电压互感器信号的分析，判定系统发生单相接地故障，确认接地故障相后，发出闭合软开关触点消弧装置上对应相的开关（K1 或 K2 或 K3），故障相系统对地电容通过金属电阻（R）接地放电。由于 R 的限流作用，可以有效抑制弧光过电压峰值合闸产生的放电电流的峰值和频率，避免放电电流造成保护熔断器误动作（熔断器仅在发生柜体内部短路时动

作) 和对二次设备产生电磁干扰。另外,通过对 R 电流的检测可以判断出 K1,K2,K3 的动作是否正确: 如若通过 R 的电流大于系统电容电流,可判定 K1,K2,K3 的动作有误,令其分开后让控制器重新判定; 如若 R 的电流小于系统电容电流,可令 K4 闭合,让通过单相接地故障点的电流转移到软开关触点消弧装置的开关上,完成对故障点和弧光过电压的保护。复归软开关触点消弧装时,动作时序逆向: 首先打开 K4,检测 R 电流,确认单相接地故障点绝缘已经恢复后再打开 K1 或 K2 或 K3,系统恢复正常运行; 如故障没有消除即闭合打开的 K。保持系统继续供电两小时。

通过软开关的分级智能投入,可以对保护动作过程进行精准的状态反馈控制,从而大大提高了装置的保护性能和自身的安全性能。此装置能够迅速转移系统接地故障点的电流,保护故障点相间绝缘,防止事故扩大化; 可以有效防止在中压输配电系统出现间歇性,持续弧光过电压,保护运行设备的安全; 可以保证在保护动作过程中,不会对软开关触点消弧装置自身安全和系统安全运行产生不利因素。

白云铁矿 110 kV 变电站 6 kV 侧之前已安装 MXJD-X-7.2 kV 接地故障管理系统可以进行选线并报警,现建议安装 MXJD-C-7.2 kV 单相接地故障管理系统进行故障处理。

MXJD-X-7.2 kV 单相接地故障管理系统处理装置的应用与系统原有的脉冲电流选线装置配合使用,在单相接地故障选线、故障处理两方面的成熟技术达成优势互补。故障处理更有效、更安全、更灵活; 在保证高供电可靠性的前提下,解决了 6 kV 系统选线难、消弧难的两个主要问题,为系统运行的安全性提供了保障。

4 结束语

MXJD 单相接地故障管理系统整合了中性点非有效接地系统各自的优点,既保持了 6~35 kV 中性点非有效接地系统的供电可靠性,又解决了间歇性弧光过电压给系统绝缘带来的安全隐患。

参 考 文 献

[1] 要焕年,曹梅月.电力系统谐振接地 [M].北京: 中国电力出版社,2009.
[2] 许颖.对消弧线圈消除弧光接地过电压的异议 [J].电网技术.2002,26(10):75-77.
[3] 许颖.中性点不接地和消弧线圈接地电力系统中单相接地引发相间短路的探析 [J].上海电力,2004,(3):212-215.

(上接第 74 页)

总之,2#皮带通过变频改造后,节约电能非常明显,实际节电率达 42%,降低了生产成本,面对钢铁行业产能过剩,经济下行压力,有力地提升了企业的竞争力,同时减轻了员工劳动强度,由 2 年更换 1 次皮带改为了 3 年 1 次更换皮带,而且机械系统故障率明显下降。降低了设备维修费用,创造了更多的社会价值。

3 结束语

本文通过对皮带机控制系统的分析以及对高压变频技术的研究,充分证明了此次项目改造达到了预期的目的。为了现场安全和稳定生产,减少设备的维护量,能够使设备平稳连续运行,提高能源的利用率,制定了现场皮带机设备采用高压变频调速技术的改造方案,以及自动增减电动机达到节能的效果皮带机电气系统运用液阻柜、高压变频器一拖一旁路技术是一项节约能源,具有一定经济性的改造工程,对白云铁矿有着重要的现实意义,不但完善了用电系统,节能降耗明显,对降本增效事业也做出了贡献,对可持续发展也起到积极的作用,在节约资源和环境保护方面都有深远的意义。

参 考 文 献

[1] 徐甫荣.高压变频调速技术工程实践 [M].北京: 中国电力出版社,2012.
[2] 彭利钢.带式输送机设计中托辊的计算和选择 [J].煤矿开采,2008,(1):87-89.
[3] 袁雪莹.液态变阻软启动器在高压鼠笼式电机上的应用 [J].中国设备工程,2008,(1):30-31.