

文章编号:1672-1152(2011)01-0039-03

整流变压器的继电保护设计

韦 奇

(中冶华天工程技术有限公司 自动化所, 安徽 马鞍山 243002)

摘 要:介绍了整流变压器发生的故障以及对整流变压器的保护措施。并以中天钢铁集团高线车间整流变压器为例,介绍了采用西门子 7SJ68 系列微机总保装置对其整流变压器进行的继电保护设计方法。

关键词:整流变压器 主保护 后备保护 辅助保护 微机总保

中图分类号:TM422

文献标识码:A

收稿日期:2010-12-06

整流变压器的继电保护是当整流变压器内部或者外部发生故障时,根据整流变压器电流、电压、油温以及油压等发生的变化来发现、判断整流变压器的故障范围和性质,继电保护装置作出相应的反应和处理。对整流变压器继电保护应配置主保护、后备保护以及辅助保护。其中:主保护包括电流速断保护和重瓦斯保护;后备保护包括过电流保护;辅助保护包括过负荷保护、轻瓦斯保护和温度保护。中天钢铁集团公司高线工程整个车间共由 10 台整流变压器给轧线变频调速装置供电,且轧线变频调速装置分别采用日本 TMEIC 公司和德国西门子原装进口变频调速装置,而这些变频调速装置对整流变压器的供电可靠性要求非常高。为了满足变频调速装置对整流变压器的供电要求,本工程采用西门子 7SJ68 系列微机总保装置对整流变压器继电保护设计,投产后运行效果非常好。

1 整流变压器的主保护

对于小容量的整流变压器一般不设电流差动保护,通常由电流速断保护和重瓦斯保护作为主保护;而对于 10 000 kVA 及以上的整流变压器,按电力变压器设计规范,为了保护变压器内部以及引出线和绝缘套管的相间短路,应设电流差动保护。由于整流变压器内部接线以及变压器二次侧至变频调速装置之间接线都比较复杂,故装设差动保护比较困难,通常只能用电流速断保护代替电流差动保护作为整流变压器主保护。

1.1 电流速断保护

通常整流变压器过流保护的動作时间不小于 0.5 s,为了使故障变压器迅速地从中系统中切除,应增

设电流速断保护。电流速断保护为瞬动电流保护,整定原则有两条。

(1)应避开整流变压器外部三相短路时流过保护装置的最大短路电流,其整定值计算公式为:

$$I_{dq} = K_r K_p I_{dmm}^{(3)} / K_i \quad (1)$$

(2)应躲过变压器的励磁涌流,其整定值计算公式为:

$$I_{dq} = K_p \cdot (3 \sim 5) I_{\omega} / K_i \quad (2)$$

式中: K_r 为可靠系数,一般取值为 1.2; K_p 为接线系数,接于相电流时为 1.0,接于相电流差时为 $\sqrt{3}$; K_i 为电流互感器变流比; $I_{dmm}^{(3)}$ 为变压器二次侧三相短路时流过保护装置的最大短路电流; I_{ω} 为变压器额定电流^[1]。

继电保护动作电流 I_{dq} 应取以上两个计算公式的最大值。

电流速断保护装置灵敏系数按系统最小运行方式下保护安装处两相短路时流过保护装置的最小短路电流校验,其灵敏系数计算公式为:

$$K_m^{(2)} = I_{dmm}^{(2)} / I_{dq} \quad (3)$$

式中: $I_{dmm}^{(2)}$ 为系统最小运行方式下保护安装处两相短路时流过保护装置的最小短路电流; I_{dq} 为保护装置一次动作电流, $I_{dq} = I_{dq} K / K_p$ 。电流速断保护装置灵敏系数不小于 2^[1]。

电流速断保护动作时限取零秒。

1.2 重瓦斯保护

通常大于 400 kVA 户内整流变压器都应装设瓦斯保护。瓦斯继电保护的主要元件是瓦斯继电器,它装设在整流变压器的油箱与油枕之间的连通管上。在整流变压器正常工作时,瓦斯继电器的容器(包括其中的上下开口油杯)内都是充满油的;而上下油杯因各自平衡锤的作用而升起,此时上下两

作者简介:韦奇(1976-),男,主要从事冶金供配电及自动化系统设计研究,工程师。Tel:0555-2629554,E-mail:weiqizdh@126.com

触点都是断开的。当变压器油箱内部发生严重故障时,如油箱内的多相短路、组匝间短路、绕组与铁芯或与外壳间的短路、铁芯故障、油面下降或漏油、分接开关接触不良或导线焊接不良等,由故障产生的气体很多,带动油流迅猛地由变压器油箱通过联接管进入油枕。这大量的油气混合体在经过瓦斯继电器时,冲击挡板,使下油杯下降。这时下触点接通跳闸回路,使断路器跳闸^[2]。

如果变压器油箱漏油,使得瓦斯继电器容器内的油也慢慢流尽。先是瓦斯继电器的上油杯下降,上触点接通,发生报警信号;接着其下油杯下降,下触点接通跳闸回路,使断路器跳闸,同时发出跳闸信号^[2]。

重瓦斯保护作为整流变压器的主保护,它可以反映整流变压器内部的所有故障。重瓦斯保护动作迅速、灵敏、可靠而且结构简单,但是不能反映变压器外部线路的故障,所以通常和电流速断保护配合作为整流变压器的主保护。

重瓦斯保护动作时限取零秒。

2 整流变压器的后备保护

过电流保护是整流变压器电流速断保护和重瓦斯保护的后备保护,是外部线路短路而引起过电流的后备保护,保护动作后将整流变压器高压侧断路器断开。过电流保护整定原则为应避开可能出现的最大过负荷电流,其整定值计算公式为:

$$I_{dq} = K_f K_{ph} K_{ph} I_{d1} / (K K_f) \quad (4)$$

式中: K_f 为继电器返回系数,取 0.85; K_{ph} 为过负荷系数,一般取值为 2^[1]。

过电流保护装置灵敏系数按系统最小运行方式时二次侧二相短路穿越电流校验,其灵敏系数计算公式为:

$$K_m^{(2)} = K_{min} I^{(3)}_{dmin} / I_{d1} \quad (5)$$

式中: K_{min} 为相对灵敏系数,当变压器星形侧两相短路时取值为 1,当变压器三角侧两相短路时取值为 0.87; $I^{(3)}_{dmin}$ 为系统最小运行方式下二次侧三相短路时流过保护装置的最小短路电流。电流速断保护装置灵敏系数不小于 1.5^[1]。

过电流保护动作时限应与下一级保护动作时限相配合,即比相邻元件保护的最大动作时限大一个时限阶梯 Δt ,一般动作时限取 0.5~0.7 s。

3 整流变压器的辅助保护

3.1 过负荷保护

高线车间生产线电气设备用电负荷比较稳定,

一般整流变压器不会出现过负荷情况。但生产线有时出现坯料低温轧制这种情况,就有可能出现整流变压器过负荷,因此要设置过负荷保护。过负荷保护整定原则为应避开变压器额定电流,其整定值计算公式为:

$$I_{dq} = K_f I_{d1} / (K K_f)$$

过电流保护动作时限应避开允许的短时工作过负荷(如轧机咬钢等)时间,一般定时限取 9~15 s。

3.2 轻瓦斯保护

当变压器油箱内部发生轻微故障时,由故障产生的少量气体慢慢升起,进入瓦斯继电器的容器,并由上而下地排除其中的油,使油面下降,上油杯因其中盛有残余的油而使其力矩大于转轴的另一端平衡锤的力矩而降落,此时上触点接通报警回路,发出报警光信号,这称之为“轻瓦斯动作”。当继电器保护装置发出报警信号时,表示整流变压器运行异常,其原因主要有:在整流变压器的加油、滤油或换油过程中有空气进入油箱;由于漏油或温度下降引起油面下降;由于油箱内的轻微故障产生少量气体;轻瓦斯回路绝缘损坏或发生接地等故障^[2]。

轻瓦斯保护动作时限取 4 s。

3.3 温度保护

整流变压器出现过负荷、内部短路故障以及变压器环境温度过高时,变压器本体温度升高超过整定值,则发出超温报警信号或跳闸命令。整流变压器的温度保护整定值通常取 85 ℃,超过 85 ℃时电接点温度表触点闭合,发出超温报警信号^[3]。

4 采用微机总保护装置的继电保护设计

传统的电磁式继电保护装置在变压器保护中存在很多弊端,如继电装置空间占地大,继电保护精度差以及维护工作量大等。因此,对中天钢铁集团公司高线工程车间整流变压器继电保护装置采用西门子 7SJ68 系列微机总保护装置,该装置具有体积小、功能强以及保护灵敏度高等特点。其保护功能主要有:差动保护、电流速断保护、定时限过电流保护、过负荷保护、零序过电流保护、瓦斯以及温度保护等。其测量功能主要有:检测电流、电压、有功功率、无功功率以及功率因素等。其控制功能主要有:可以完成本地以及远程通信控制高压断路器分合闸功能。其通信功能主要有:该装置配有 PROFIBUS-DP 以及 MODBUS RTU 等通讯接口,装置内置通信程序,可通过 PROFIBUS-DP 或 MODBUS RTU 等网络与车间变电

所综合自动化系统相联,支持遥控、遥测和遥信等。

中天钢铁集团公司高线工程车间每台整流变压器设一台西门子 7SJ68 系列微机总保装置,其中给精轧机组变频调速装置供电的整流变压器容量最大,且变频调速装置对整流变压器供电可靠性要求最为严格。以下为采用 7SJ68 系列微机总保装置的整流变压器继电保护的设计方法(以精轧机组整流变压器为例)。

(1) 7SJ68 系列微机总保装置对整流变压器的有电量保护主要采用瞬时电流速断保护和定时限过电流保护以相互配合的两段式过电流保护。第一段为瞬时电流速断保护,作为整流变压器主保护;第二段为定时限过电流保护,作为整流变压器后备保护。对整流变压器的非电量保护主要指从整流变压器本体引来的瓦斯信号和温度信号送至微机总保装置,然后微机总保装置根据现场采集的信号决定分闸或者发出报警信号。

(2) 7SJ68 系列微机总保装置不但对精轧机组整流变压器进行有效的保护,而且对精轧机组变频调速装置也有很好的保护。精轧机组轧线变频调速装置由日本 TMEIC 公司供货,而日本 TMEIC 公司设计给精轧机组变频调速装置供电方案采用由整流变压器二次侧用电缆直接联接到变频调速装置进线端,而中间线路不设断路器保护变频调速装置。基于这种供电方案,如果分合整流变压器一次侧高压断路器,可能对精轧机组轧线变频调速装置产生如下影响:如果变频调速装置没有完成对调速装置电容预充电时,整流变压器一次侧高压断路器合闸会对调速装置电容产生瞬时冲击电流,而瞬时冲击电流很大可能会烧坏调速装置快熔或整流单元;由于变频调速装置进线端不设断路器,如果出现整流变压器一次侧高压断路器合闸而变频调速装置侧有操作人员在操作或者检修这种情况,势必造成人员伤亡;如果变频调速装置侧发生过电流或者紧急故障时,需要分闸保护变频调速装置,而变频调速装置进线端不设断路器保护,这样就有可能烧毁变频调速装置。

(3) 基于以上出现的问题,为了有效保护人员以及变频调速装置安全,从整流变压器微机保护原理(见图 1)出发采取了以下措施:在合闸回路上串一个由变频调速装置送来的准备好的信号接点 K1,也就是说变频调速装置只有完成对调速装置电容预充电等所有准备好操作后,变频调速装置准备好信

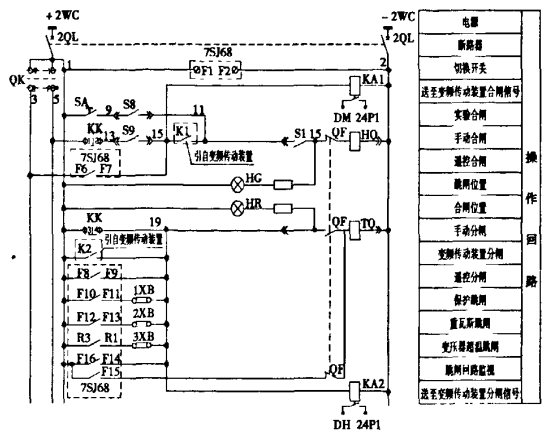


图 1 整流变压器微机保护原理图

号接点 K1 闭合,这样高压断路器合闸才有效;为了解决变频调速装置侧发生过电流或紧急故障而没有得到有效的保护这种情况,采取的方法是当变频调速装置侧发生过电流或紧急故障时整流变压器一次侧高压断路器直接分闸,在分闸回路上并联一个由变频调速装置发出的分闸指令 K2;从图 1 可知,整流变压器一次侧高压断路器在分合闸时会把分合闸信号 KA1 和 KA2 发给变频调速装置,从而使变频调速装置根据高压断路器分合闸情况提前采取必要的措施以保护变频调速装置。

图中:SA 为试验合闸按钮;KK 为控制开关(自复位);HQ 为高压断路器合闸线圈;TQ 为高压断路器分闸线圈;QF 为高压断路器辅助触点;S8 为手车试验位置辅助开关;S9 为手车工作位置辅助开关;S1 为高压断路器储能机构微动开关;HG 为绿色信号灯;HR 为红色信号灯;1~3XB 为连接片;KA1,2 为中间继电器。

5 结语

中天高线工程高线车间整流变压器采用以上继电保护设计方法后,自投产以来整流变压器运行稳定可靠,没有发生越级跳闸和保护误动作等事故,提高了供电的可靠性,取得了很好的效益。

参考文献

[1] 陈延骞,编.钢铁企业电力设计手册[M].北京:冶金工业出版社,1996.
 [2] 刘介才,编.工厂供电[M].北京:机械工业出版社,2008.
 [3] 耿庆鲁.大功率整流变压器的继电保护[J].中国氯碱,2007(6):27-28.

(编辑:胡玉香)
(下转第 54 页)

数为 95.4%。产业化设计时需要考虑安装必要的清疤装置及碱煮设备。

(2) 受资金等条件所限,本次实验废气量、精液量没做计量,不能够进行精细的量化分析。

6 结论

经过初分解处理后,分解原液中 Na_2CO_3 浓度均有所提高, α_4 有所降低,说明尾气中的 CO_2 已经与溶液中部分游离的苛性碱发生作用,有效降低了溶液稳定性,利于 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的析出,尤其是 8 月 20 日 10:45、14:10 的结果表明发生了明显的分解反应。

从分解原液及初分解液成分变化分析,分解前、后的 N_r 、 Al_2O_3 浓度没有太大变化,说明废气中的水蒸气不对溶液造成明显的稀释;初分解液的 Na_2CO_3 浓度较分解原液有所提高,而 α_4 有不同程度的降低,说明尾气中的 CO_2 已经与溶液中部分游离的苛性碱发生作用,有效降低了溶液稳定性,利于 $\text{Al}(\text{OH})_3$

的析出,尤其是 8 月 20 日 10:45、14:10 的结果表明发生了明显的分解反应。

从通入对流塔前、后的气体成分变化分析, CO_2 吸收率较高,平均达到 79.88%,部分结果吸收率达到 95%以上,可能是由于通气口形成结疤造成通气量少所致。如果去除吸收率 95%以上的试验结果 4 个,则本次试验所得的 CO_2 吸收率为 71.85%,远高于预期值(40%)。

此方案中 CO_2 气体来源于焙烧炉尾气,不需进行降温、除尘等工序,工艺流程比较短,单位制造成本低,仅为石灰炉所供 CO_2 气体的 1/5 多一点,不需消耗焦炭、石灰石等原料,制造过程受能源供应的限制较少。做到了废气的循环利用,利于环境保护。

参考文献

- [1] 高红武. “三废”处理及综合利用[M].北京:中国环境科学出版社,2005:69-71.

(编辑:苗运平)

Exploration of Roaster Exhaust Directly to Pre-carbonation Decomposition

WANG Qingna^{1,2} MAN Yongguo² MAO Peng¹

(1. Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China;

2. China Shandong Aluminum Company, Zibo 255052, China)

Abstract: This paper discusses the use of an alumina plant recycling of aluminum hydroxide produced during the roasting gas, as the carbonization initial decomposition of sodium aluminate solution gas source, to achieve the comprehensive utilization of waste gas by the exploratory research. Through the use of gas, to protect the environment, reducing the original fuel consumption, lower production costs result.

Key words: roaster exhaust, CO_2 , carbonation NSP, absorption rate

(上接第 41 页)

The Design of Relay Protection for Rectification Transformer

WEI Qi

(Automatic Institute, Huatian Engineering and Technology Corporation, MCC, Ma'anshan 243002, China)

Abstract: The trouble of rectification transformer and its protection measures were introduced. And Taking the rectification transformer for high speed strand rod mill of Zhongtian Iron & Steel Group as an example, relay protection for its rectification transformer was designed according to microcomputer general protection of siemens 7SJ68 series.

Key words: rectification transformer, main protection, spare protection, assistant protection, microcomputer general protection

整流变压器的继电保护设计

作者: [韦奇, WEI Qi](#)
作者单位: [中冶华天工程技术有限公司, 自动化所, 安徽, 马鞍山, 243002](#)
刊名: [山西冶金](#)
英文刊名: [SHANXI METALLURGY](#)
年, 卷(期): 2011, 34(1)

参考文献(3条)

1. 耿庆鲁 [大功率整流变压器的继电保护](#)[期刊论文]-[中国氯碱](#) 2007(06)
2. 刘介才 [工厂供电](#) 2008
3. 陈延鏢 [钢铁企业电力设计手册](#) 1996

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_shanxiyj201101013.aspx