

大型发电厂封闭母线绝缘低的解决办法

林 睿, 黄旭丹

(广东省电力设计研究院电控部, 广东 广州 510663)

摘 要: 分析了如何解决目前大型发电厂封闭母线绝缘低的对策, 并从技术分析、经济比较等方面对 DMC 绝缘子和传统瓷绝缘子特性进行阐述, 并以国华盘山电厂 600 MW 机组为例, 说明了更换 DMC 绝缘子的实际情况。

关键词: 封闭母线; DMC 绝缘子; 绝缘水平

Abstract: The solutions for improving the insulation level of enclosed bus are analyzed. The DMC insulators are compared with the traditional porcelain insulator as viewed from the technical analysis and economic comparison, and their characteristics are described. Taking 600 MW units of Guohua Panshan Power Plant for example, the actual situation of the replacement of DMC insulator is given.

Key words: enclosed bus; DMC insulator; insulation level

中图分类号: TM853 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2010)05-0050-03

根据封闭母线结构, 母线箱只有普通的封闭作用, 对外界灰尘、潮气的进入并不能有效分隔, 目前大多数电厂中, 20 kV 封闭母线和 6 kV 封闭母线均使用传统的瓷绝缘子, 但由于瓷绝缘子表面易吸附潮气形成水膜及易吸附盐份和灰尘, 使爬电比距变小从而使电气绝缘下降, 易发生爬电闪络使绝缘破坏导致电气短路事故。

广东省某电厂地处沿海, 气候湿度大, 盐腐蚀较重, 封闭母线绝缘值降低明显 (特别是停电后设备温度下降), 已对安全生产构成明显影响。

2003 年 9 月 10 日, 该电厂 2 号机组厂用电第一次受电, 对 6 kV 备用电源 4 条分支封闭母线分别测绝缘, 绝缘值不合格均在 $2\text{ M}\Omega$ 以下 (最低合格值应在 $6\text{ M}\Omega$ 以上), 对受电构成影响, 后经集体分析讨论后受电。原因为封闭母线绝缘子受潮所致。

2004 年 3 月 18 日, 该电厂 2 号机组启动前对发电机一变压器 20 kV 系统测绝缘不合格, 仅为 $4\text{ M}\Omega$ (发电机连接封闭母线后最低合格值应在 $20\text{ M}\Omega$ 以上)。将发电机与封闭母线的 168 根软连接线全部拆开, 测发电机 $100\text{ M}\Omega$ 合格, 属于封闭母线绝缘子受潮所致。

由于绝缘子受潮造成的绝缘值降低可能掩盖真正的绝缘故障, 故上述对绝缘子受潮的判断存在着冒险性, 已对设备安全构成威胁。

1 提高母线绝缘的对策及其优缺点

根据以上实例分析可知, 6 kV 封闭母线绝缘低的直接原因是由于绝缘瓷瓶表面污秽并吸附潮气或凝露, 形成了电流泄漏通道而引起的。因此要解决这个问题必须保持瓷瓶表面的清洁或干燥, 或增强母线与瓷瓶间的绝缘层。

1.1 在封闭母线箱内安装加热带

该方案主要在封闭母线箱内从头至尾形成环形布置绝缘加热带, 在每次启动机组前提前 $2\sim 3\text{ d}$ 投入加热, 利用电阻丝发热对封闭母线进行干燥。施工相对简单、成本适中; 但需提前投入加热, 有时难以预料启机时间则投入加热的时间难以确定, 但由于封闭母线一般较长, 靠电伴热装置保持封闭母线内导体干燥度来提升封闭母线绝缘水平效果并不明显, 如加大电阻丝则会降低导体的绝缘水平, 甚者击穿封闭母线的绝缘。

1.2 母线表面包覆热缩材料

该方案主要在三相母线上包覆热缩绝缘材料, 在母线和瓷瓶间增加一个绝缘层, 从而提高封闭母线的绝缘。该方案不需耗能, 不需在启机前提前准备; 而缺点是改变了母线的固定、支持结构, 减弱了母线抗电动力性能, 有一定的安全隐患; 工程投资相对较大、成本较高, 且绝缘热缩材料对母线的散热会有

一定妨碍,在正常运行中母线的温升会增加;需将各段母线全部拆卸才能施工,因而施工作业量大,难度大,施工费用也高。

1.3 瓷瓶表面喷涂 RTV 涂料

RTV 涂料喷涂在瓷瓶上后,可防止瓷瓶上水膜的形成,减少凝露的产生。但 RTV 涂料使用数年后老化后需清理重新喷涂,且封闭母线内空间狭小,绝缘子安装密度大,喷涂及清理 RTV 涂料均很困难。

1.4 使用 DMC 绝缘子

1.4.1 DMC 绝缘子结构特点

DMC 全称为不饱和聚脂玻璃纤维增强团状模塑料,玻璃纤维长度为 8~13 mm,适用于模塑结构件、镶嵌件,具有机械强度高、电气性能优良、收缩率低、阻燃、耐电弧、高耐电起痕性、憎水性强、耐热等特性,制品可在 155℃ 情况下长期使用。主要有以下几种类型:4342(DMC-1)型主要用于高机械强度、高电气强度要求的电器、电机等电工产品的绝缘结构部件;4344(DMC-2)型用于对机械强度、电气强度要求较高的电器、电机等电工产品的绝缘结构部件;4332(DMC-3)型用于对机械强度、电气强度要求一般的电器、电机等电工产品的绝缘结构部件。封闭母线绝缘子均采用 4342(DMC-1)型材料。该 DMC 绝缘子抗盐蚀情况较好,试验中在一个桶内清水中加入大量食盐,将一个成品 DMC 绝缘子浸泡 20 d 以上,取出该绝缘子检查,该绝缘子表面擦拭后光洁平整无腐蚀。

1.4.2 使用 DMC 绝缘子后封闭母线绝缘性能的变化

爬电比距增加明显,针对瓷绝缘子结构缺点,DMC 绝缘子优化结构设计:20 kV 绝缘子去掉母线侧端部铝罩,由 DMC 材料一次成型,且裙片由瓷绝缘子的 9 片增至 13 片,由普通型改为防污型(大小伞

裙),增加了爬电比距;6 kV 绝缘子去掉母线下部铝夹件,由 DMC 材料一次成型,增加了爬电比距;爬电比距对比如下(20 kV 按 24 kV 考核、6 kV 按 7.2 kV 考核)。

技术协议要求:24 kV 绝缘子≥20 mm/kV
7.2 kV 绝缘子≥25 mm/kV
瓷绝缘子:595 mm/24 kV=24 mm/kV
200 mm/7.2 kV=27 mm/kV
DMC 绝缘子:700 mm/24 kV=29 mm/kV
280 mm/7.2 kV=38 mm/kV

以上结果表明,DMC 绝缘子和瓷绝缘子比较,20 kV DMC 绝缘子爬电比距增加 5 mm/kV,6 kV DMC 绝缘子爬电比距增加 11 mm/kV,在安装尺寸不变的情况下增加了绝缘水平。

瓷绝缘子与 DMC 绝缘子比较见表 1。

2 电厂更换 DMC 绝缘子使用情况

由于 DMC 绝缘子在结构性能上的优越性,该绝缘子已在多个电厂迅速推广及应用,从 2000 年至今已陆续有内蒙古达旗电厂 330 MW 机组、大唐盘山电厂 600 MW 机组、山东黄岛电厂 210 MW 机组等电厂封闭母线采用 DMC 绝缘子,现以天津蓟县国华盘山电厂为例介绍该绝缘子的使用情况。

国华盘山电厂封闭母线安装 2 台俄罗斯 500 MW 机组,发电机离相封闭母线电压 20 kV,厂用共箱封闭母线电压 6 kV,国华盘山电厂封闭母线地处于桥水库附近,气候较湿润,遇有阴天下雨,封闭母线绝缘值下降至不合格(天晴后则绝缘值逐渐恢复)。从 1995 年 6 月厂用电受电至 2003 年 10 月进行 DMC 绝缘子改造期间,对绝缘降低问题均未能有效解决。该厂为防止电气事故,只好将 2 台高压备用变压器长

表 1 瓷绝缘子与 DMC 绝缘子比较表

瓷绝缘子		DMC 绝缘子
机械强度	表面易吸潮结露、集结盐份和灰尘,降低绝缘值 机械强度差,易破裂、涨裂、镶嵌件松脱	不易吸潮结露、不易集结盐份和灰尘,增强绝缘值 机械强度好、有塑性,避免破裂、涨裂
结构特点	结构特点使爬电比距低,绝缘水平低	取消端部金属件,用 DMC 原料一次模压成型,增大爬电比距,提高绝缘水平
是否采用涂料	可用 RTV 涂料增强绝缘,但喷涂及老化后清理困难	直接长期使用,无须涂料、电伴热等辅助措施增强绝缘
吸潮集尘性	易吸潮集尘,需定期清扫检查,有一定维护量	不易吸潮集尘,有自洁性,延长清扫检查周期
造价	造价低,厂家报价 20 kV 每个 220 元,6 kV 每个 75 元	造价较高,厂家报价 20 kV 每个 1500 元,6 kV 每个 430 元

表 2 DMC绝缘子更换前后的绝缘值

日期 (天气)	6 kV 厂用 OBL 分支对地绝缘 /MΩ		6 kV 厂用 OBM 分支对地绝缘 /MΩ	
	更换前	更换后	更换前	更换后
2003. 06. 09 阴雨	1. 5		1. 5	
2003. 11. 05 晴天		2 500		2 500
2003. 10. 10 阴雨	2. 5		2. 5	
2004. 04. 24 连阴雨 后		30		30
2003. 10. 11 阴雨	1. 3		1. 3	
2004. 05. 16 连阴雨 后		10		15

(注:在一般气候条件下测绝缘均在 1 000~2 500 MΩ 之间,上述绝缘值目前在阴雨天气下降较大的原因包括:绝缘子未全部更换完;俄罗斯 6 kV 封闭母线带换相节,该换相节包裹绝缘未处理;Y 型布置绝缘子端盖密封未全部处理好。)

期带电备用,既浪费了厂用电也未从根本上解决问题。从 2003 年下半年开始进行绝缘改造:用 DMC 绝缘子替换瓷绝缘子,从该厂电气运行测绝缘记录可进行 DMC 绝缘子更换前后的对比,见表 2。

从上述数据可看出,国华盘山电厂封闭母线共箱封闭母线更换 DMC 绝缘子后,即使在最差的阴雨天气测绝缘,绝缘值亦能大于合格值 6 MΩ 以上,未出现过不合格情况。盘山电厂封闭母线于 2004 年 4 月将 2 台高压备用厂用变压器由带电备用改为不带电备用,恢复为正常运行方式。盘山电厂封闭母线运行情况证明:封闭母线更换 DMC 绝缘子的改造是成功的。

3 结 语

经过上述论述,可认为:尽管 DMC 绝缘子比一般瓷瓶造价高,但绝缘子的造价在整个封闭母线的成本中所占的比重较小,但它所产生的效益却远远大于封闭母线成本的增加。故此,采用 DMC 绝缘子替换瓷

绝缘子解决封闭母线瓷绝缘子吸潮导致绝缘降低引发电气事故问题,是长期有效的、可行的实施方案,是能适用于南方尤其是海边电厂高潮湿度、高盐雾的气候特点。

参考文献

[1] 徐通训,徐喜佑. 电力设备防污闪技术 [M]. 能源部电力局, 1995.
[2] 水利电力部西北电力设计院编. 电力工程电气设计手册 (电气一次部分) [M]. 北京:中国电力出版社: 2008
[3] 孔庆东,等. 大电流母线的设计、制造及安装 [M]. 北京:水利电力出版社, 1988
[4] 吴励坚. 大电流母线的理论基础与设计 [M]. 北京:水利电力出版社, 1985.

作者简介:

林 睿 (1979), 女, 大学本科, 广东省电力设计研究院工程师, 大型火电、百万级核电工程主设人;
黄旭丹 (1977), 男, 大学本科, 广东省电力设计研究院 工程师, 大型火电、百万级核电工程主设人, 南方电网数字化变电站项目主要负责人。(收稿日期: 2010—06—09)

(上接第 22 页)
十分重要的意义。

参考文献

[1] 罗俊华,邱毓昌,杨黎明. 10 kV 及以上电力电缆运行故障统计分析 [J]. 高电压技术, 2003, 29(6): 14—16.
[2] 徐丙垠,李京,陈平,等. 现代行波测距技术及其应用 [J]. 电力系统自动化, 2001, 25(23): 62—65.
[3] 覃剑,陈祥训,郑建超. 行波在输电线上传播的色散研究 [J]. 中国电机工程学报, 1999, 19(9): 27—30.
[4] 葛耀中. 新型继电保护与故障测距原理与技术 [M]. 西安:西安交通大学出版社, 1998.
[5] 李俊,范春菊. 基于小波分析的电力电缆行波故障测距

[J]. 继电器, 2005, 33(14): 15—18.
[6] 何正友,钱清泉. 电力系统暂态信号的小波分析方法及其应用 (一)小波变换在电力系统暂态信号分析中的应用综述 [J]. 电力系统及其自动化学报, 2002, 14(4): 1—5.
[7] 王 征. 小波分析检测线缆故障的应用研究 [J]. 高电压技术, 2007, 33(5): 155—157.

作者简介:

古树平 (1986), 男, 硕士, 主要从事电力系统故障暂态信号检测的研究;
陈奇志 (1970), 女, 副教授、高级工程师, 长期从事变电站自动化系统通信的研究;
谢 建 (1985), 男, 硕士, 主要从事现代信号处理技术的研究。(收稿日期: 2010—05—05)