

接地方式对变电站自动化系统的影响

陆鸿禧

(广西桂东电力股份有限公司, 广西 贺州 542800)

摘要: 介绍了某变电站自动化系统几年来的运行情况,说明雷电事故可归纳为电源部分和弱电部分遭到影响和破坏。二次弱电部分的网络通信阻塞,主要是设备接地不合理,指出对低电平的弱电系统,为防止地电位不平衡造成环流引起的干扰,应该按一点接地原则而采取防范措施。对电源部分接地是以防雷、保安为目的;为防止高压设备对二次系统的干扰,二次系统的接地网最好与一次系统的接地网安全分开。叙述了自动化系统一、二次设备在设计、安装、调试和运行中存在的接地造成的影响;介绍了系统设备的防雷、接地、抗干扰措施。

关键词: 变电站; 自动化; 接地; 隔离; 干扰

中图分类号: TM 762.1+3

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)06-0125-03

0 引言

近年来,随着变电站综合自动化技术的迅猛发展和广泛应用,广西桂东电力股份有限公司为了提高公司的生产管理水平,改造和新建了一批变电站,但是这些综合自动化变电站投运以来,自动化系统设备频遭雷电等外部因素的侵袭,其设备遭到不同程度的影响和损坏,危及人身和设备的安全。现就这些问题具体情况谈谈接地对变电站自动化系统的影响。

1 问题概况和解决

1.1 问题概况

广西贺州市西湾 110 kV 变电站是综合自动化变电站,该站投运以来,自动化系统当地监控机曾不间断地出现系统运行延缓、网络通信中断等问题,在 2002 年 7~8 月份间,曾出现遭受雷电侵袭直接造成当地监控机起烟及 UPS、主机 CPU、五防功能接口、调度远动通信接口、35 kV 保护装置等烧毁。2005 年 7 月灵峰 110 kV 变电站也出现遭受雷电侵袭后通过载波设备窜入自动化系统造成系统主控单元、保护装置、调度远动通信接口和通信设备的烧毁。这些可以归类为二次弱电部分和一次电源部分问题。

1.2 问题分析和解决

1.2.1 二次弱电部分网络通信阻塞问题

对于二次弱电部分网络通信阻塞问题,经现场多次排查,发现主要是由于在安装调试时将各个装置的网卡地线全部各自直接接地,而不是将网卡的各个接地连在一起通过一点接地。自动化系统站内网络是低电平的弱电系统,为了防止地电位不平衡造成环流引起的干扰应遵循一点接地原则,如图 1 所示。

对于主控单元、五防功能接口、调度远动通信接口烧毁问题,由于都是使用 RS-232 或 RS-422 通用串口与各自的关联设备连接,各设备点的电位不能全部达到一致,地电位不平衡就直接造成设备的烧毁。

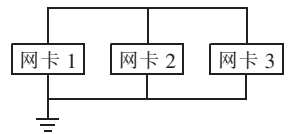


图 1 一点接地示意图

Fig.1 Sketch map of one point grounding

针对变电站自动化系统二次弱电部分的问题主要采取下列措施:

a. 将各个装置的网络接地连在一起与接地网连接,解决了网络环流造成的通信中断问题;

b. 将监控主机电源地线和机壳不连接,减少流过电源的浪涌电流,从而增加了抗共模干扰的能力,明显减少运行延缓、死机或假死机现象;

c. 在主控单元、五防功能接口、调度远动通信接口各自加装串口光电隔离器,解决了串口地电位不平衡所带来的接口烧毁问题;

d. 为减少弱电系统的电磁耦合影响,整合二次回路布线,将信号电缆避开电力电缆,尽量增大信号电缆与电力电缆的距离,并尽量减少其平行长度。

采取以上 4 点防范措施后,西湾变自 2002 年、灵峰变自 2005 年以来通信接口设备安全无恙、网络通信畅通无阻,验证了采取的 4 种防范措施是科学的、可行的。但是基于控制生产管理成本,在已有的综合自动化变电站的设计中,都采取了一个变电站主接地网的设计方案,并没有把主控楼的弱电系统接地网分开来独立设计。由于共用一个接地网,尽管设计符合相关规程,但是在实际的运行中都会出现诸如雷电侵袭等各种外部因素造成主接地网电位在瞬间暂时升高从而影响自动化系统的安全稳定运行。鉴于此,希望在往后的变电站设计中能平衡两者间的关系。

1.2.2 雷电侵袭问题

对于西湾变遭受雷电侵袭直接造成的当地监控

机起烟、UPS、35 kV 保护装置等烧毁及灵峰 110 kV 变遭受雷电侵袭后通过载波设备窜入自动化系统造成系统设备和通信设备的烧毁问题,经现场勘查可以归纳为一次电源部分,即站内的防雷措施设计不够完善。从西湾变雷电多次窜入自动化系统情况分析,雷电主要从设置在变电站中点避雷针上的照明灯低压电源感应进入站用电交流低压系统,和经 110 kV 架空地线将线路的落雷引入变电站主接地网,使地网电位升高所致。对于灵峰变问题主要是后者的原因。

针对上述情况,主要采取下列措施^[1]:

a. 外部架空地线用绝缘子与变电站龙门架隔离,当雷击架空线时,雷电不进入变电站主接地网,在变电站外杆塔落雷,设计的外杆塔落雷点与主接地网之间的距离要符合规程规定(灵峰变主要采取本条措施);

b. 降低高架灯兼避雷针的接地电阻,由于该避雷针地处变电站中心区域,接地极不易展开,采用井式的接地形式,将接地电阻值降到 10Ω 以下;

c. 拆除设在避雷针上的高架灯电源,采用低压隔离变压器阻断雷电的进入,电源线采用屏蔽电缆;

d. 在站用电源 400 V 系统装设氧化锌避雷器^[2]。

采取上述 4 项防雷的防范措施后,西湾变和灵峰变自动化系统运行到现在设备安全、可靠。鉴于这 2 个变电站设计外部架空地线落雷时采用引入变电站主接地网的方案,所带来的后果很严重,自 2005 年以后新建和改造的变电站都改为在变电站外杆塔落雷,运行一年多来取得了很好的效果,证明这是现实的、可行的、值得推广的措施。

2 抗干扰分析和措施

2.1 一次系统接地

一次系统接地是以防雷、保安为目的,它可以减少开关场内的高频瞬变电压幅值,特别是减少地网中各点的瞬变电位差,降低地网中的瞬变电位升高^[3]。处理一次系统接地时,有以下注意事项:

a. 外部架空地线落雷不能引入变电站主接地网,防止瞬变电流引起地电位升高和差异;

b. 设备接地线要接于地网导体交叉处^[4];

c. 避雷针、避雷器接地感应采用 2 根以上的接地线和加密接地网络,避雷针、避雷器接地电阻应充分考虑变电站自动化系统对接地的要求;

d. 设备接地处要增加接地网络互连线^[5];

e. 站用变压器高低压侧均应装接金属氧化物避雷器。

2.2 二次系统接地^[6]

对于二次系统的接地,一是为了避免工作人员因设备绝缘损坏或绝缘降低时,遭受触电危险和保证设备的安全而做的安全接地;二是为了自动化系统或它的子系统一个电位基准,保证其可靠运行,防止地环流引起的干扰应做的工作接地。对于变电站自动化系统运行经验而言,考虑得更多是工作接地^[7]。

对于工作接地应符合以下要求:

a. 多个电路共用接地线时,其阻抗应尽量减小;

b. 由多个电子器件组成的系统,各电子器件的工作接地应连在一起,通过一点与安全接地网相连;

c. 工作接地网各点的电位应尽量保持一致。

工作接地种类分为微机电源地、数字地(逻辑地)、模拟地、噪声地、屏蔽地、机壳接地几种^[8]。不同的地线处理方式很多,需要根据装置、环境等实际情况综合考虑。基本原则是强、弱分开;信号、噪声分开;模拟、数字分开^[9]。为了防止高压设备对二次系统的干扰,二次系统的接地网最好与一次主接地网安全分开^[10]。

2.3 隔离措施

a. 当地监控系统机和自动化装置的电源最容易受到站内交流电源的影响,应在交流电源输入侧安装隔离变压器和滤波器,这是最有效的抗干扰措施^[11]。在电源进线的最前端放置滤波器可以使滤波器之前的电源进线尽可能短,以尽量避免电磁干扰通过这段进线窜入装置内对电路其他部分产生影响。在可能的情况下,可考虑将滤波器直接安装在机箱上,让滤波器的金属外壳与机箱的金属外壳紧密接触。

b. 通过在线式 UPS 给当地监控机供电、通过电力专用逆变电源给自动化系统供电,可有效地抑制电网低频正常状态下的干扰。它们各自匹配长寿命(10 年以上期限)蓄电池作为后备电源保证自动化系统的连续运行^[12]。

c. 对于遥信量的开入和遥控、遥调的开出应采用光电耦合器进行隔离^[13],传统的继电器隔离已不符合自动化本身的要求。

d. 变电站自动化系统是一个庞大的系统,各个子系统间的通信是密不可分的,由于通用串口如 RS-232、RS-422 在变电站的广泛应用,它们间的地电位不平衡是设备本身的安全隐患,为此,必须在使用串口通信的接口间进行有效的数字光电隔离^[14]。

e. 二次回路布线时,应考虑隔离,减少互感耦合,避免干扰由互感耦合侵入。控制电缆尽可能离开高压母线或电缆,并尽可能减少平行布设长度。避雷器和避雷针的接地点、电容式电压互感器等都是高频暂态电流的入地点,控制电缆也应尽可能离开它们,以便减少感应耦合。强、弱信号的电缆不应使用同一根电缆,信号电缆应尽可能避开电力电缆,尽量增大与电力电缆的距离,并尽量减少平行布设长度。

3 结语

对于变电站自动化系统,只要了解接地干扰原理、干扰途径、被干扰的设备,就能有针对性从这 3 点进行有效防范,这对保证自动化系统的安全、可靠运行有着十分重要的现实意义^[15]。自动化系统的抗干扰是一个重要、复杂的工作,需根据现场实际情况加以考虑,在设计、安装、调试过程中,要充分考虑系统的抗干扰能力,不断研究新方法、新型的抗干扰材料,提高电子元件自身的抗干扰能力,以保证安全生产。

参考文献:

- [1] 张存礼. PLC控制系统的干扰源分析及抑制干扰对策[J]. 电力自动化设备, 2005, 25(8): 8-11.
ZHANG Cun-li. Interference source analysis of PLC control system and its countermeasures[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25(8): 8-11.
- [2] 颜湘莲. 电力系统中金属氧化物避雷器的监测与诊断[J]. 电力自动化设备, 2003, 23(2): 79-82.
YAN Xiang-lian. Monitoring and diagnosis of MOV surge arrester in power networks[J]. Electric Power Automation Equipment, 2003, 23(2): 79-82.
- [3] 耿建. 变电站综合自动化系统的电磁兼容及应对措施[J]. 齐鲁石油化工, 2005, 33(1): 74-76.
GENG Jian. Synthetical automatic system of transformer substation electromagnetism compatible and answer measure [J]. Qilu Petrochemical Technology, 2005, 33(1): 74-76.
- [4] 尹学军, 朱献国, 赵宝璋, 等. 变电站综合自动化系统防雷[J]. 农村电气化, 2006(8): 32-33.
YIN Xue-jun, ZHU Xian-guo, ZHAO Bao-zhang, et al. The transformer substation synthesizes automatic system lightning protection[J]. Rural Electrification, 2006(8): 32-33.
- [5] 邓勇, 吕家安. 变电站综合自动化系统的接地方案[J]. 广西电力, 2003, 26(1): 50-51, 61.
DENG Yong, LÜ Jia-an. The transformer substation synthesizes the automatic system ground connection scheme [J]. Guangxi Electric Power Technology, 2003, 26(1): 50-51, 61.
- [6] 杨体. 变配电接地装置的技术、安全要求及施工方法[J]. 电力自动化设备, 2003, 23(5): 82-85.
YANG Ti. Technique, security and construction of earthing devices[J]. Electric Power Automation Equipment, 2003, 23(5): 82-85.
- [7] 肖燕彩, 陈秀海. 变电站自动化设备抗干扰问题的研究[J]. 华北电力技术, 2001(8): 36-38.
XIAO Yan-cai, CHEN Xiu-hai. Research anti-interference of automation equipment in substation[J]. North China Electric Power, 2001(8): 36-38.
- [8] 闫效康. 变电站综合自动化系统的可靠性研究[J]. 山西电力, 2003(A02): 7-9, 16.
YAN Xiao-kang. The reliability of substation synthetic automation system[J]. Shanxi Electric Power, 2003(A02): 7-9, 16.
- [9] 冯涛. 变电站综合自动化系统抗干扰措施的探讨[J]. 湖北电力, 2003, 27(2): 59-60.
FENG Tao. Discussion on the anti-interference measures for integrated automation system for substation[J]. Hubei Electric Power, 2003, 27(2): 59-60.
- [10] 景胜, 陈家斌, 李文霞, 等. 变电站综合自动化系统中的通信技术[J]. 供用电, 2001, 18(2): 34-35.
JING Sheng, CHEN Jia-bin, LI Wen-xia, et al. The technology communicating by letter in synthetical automatic system of transformer substation[J]. Distribution & Utilization, 2001, 18(2): 34-35.
- [11] 栗三喜, 丁书文. 变电站综合自动化设备的抗干扰技术[J]. 东北电力技术, 2003, 24(3): 32-34.
LI San-xi, DING Shu-wen. The anti-interference techniques for the integrated automatic devices of substations[J]. North-eastern Electric Power Technology, 2003, 24(3): 32-34.
- [12] 黄益庄, 吕文哲. 智能型变电站综合自动化系统结构[J]. 电力系统自动化, 1995, 19(10): 22-25.
HUANG Yi-zhuang, LÜ Wen-zhe. Structure of an intelligent comprehensive automation system for substations[J]. Automation of Electrical Power Systems, 1995, 19(10): 22-25.
- [13] 张建, 黄小佳, 牛霞, 等. 变电站自动化系统防雷及抗干扰措施[J]. 四川电力技术, 2006, 29(4): 41-42, 45.
ZHANG Jian, HUANG Xiao-jia, NIU Xia, et al. Measures of lightning protection and interference rejection for automation system in substation[J]. Sichuan Electric Power Technology, 2006, 29(4): 41-42, 45.
- [14] 呼世杰, 杜五一, 霍雷钧, 等. 变电站综合自动化系统的故障自诊和自纠错[J]. 煤, 2003, 12(3): 47-48.
HU Shi-jie, DU Wu-yi, HUO Lei-jun, et al. Synthetical automatic system of transformer substation malfunction certainly is examined and certainly is rectifies a mistake[J]. Coal, 2003, 12(3): 47-48.
- [15] 王伟, 林蕾, 粟福珩. 变电站综合自动化设备电磁干扰问题及抗干扰试验[J]. 现代电力, 1999, 16(2): 26-29.
WANG Wei, LIN Lei, SU Fu-heng. Electromagnetic interference and anti interference test for synthetic automatic devices in substation[J]. Modern Electric Power, 1999, 16(2): 26-29.

(责任编辑: 汪仪珍)

作者简介:

陆鸿禧(1974-), 男, 广西贺州人, 工程师, 长期从事电力调度自动化管理工作(E-mail: gddl_yd@126.com)。

Effect of grounding modes on substation automation system

LU Hong-xi

(Guangxi Guidong Electric Power Co., Ltd., Hezhou 542800, China)

Abstract: The operation experiences of a substation automation system for several years are introduced, which show that the lightning accidents include the impact on and damage of power supply section and low voltage section. The network communication congestion of low voltage section is mainly caused by improper grounding of devices. It is pointed out that, for the low voltage system, one point grounding rule should be observed to prevent circumfluence disturbance caused by unbalanced ground potential. Grounding for the power supply section is mainly to prevent lightning for safety. It is better to separate the grounding net of low voltage system from that of high voltage system to avoid the influence of high voltage system on low voltage system. The influence of grounding mode on automation system in design, installation, commissioning and operation and the countermeasures for system devices in anti-lightning, grounding and interference-prevention are described.

Key words: substation; automation; grounding; isolation; disturbance