

配变台区集中器互相串扰问题的处理

王鏊正 吕会妍 曹胜朋

平高集团智能电力科技有限公司

摘要：随着经济的发展，配变台区的电压等级越来越高，原来的变压器低压侧连接方式不能满足实际需求，因此采用集中器连接低压侧电压就显得尤为重要。在使用过程中，经常遇到配变台区集中器互相串扰的问题，造成集中器不能正常运行。本文通过分析低压集中器互相串扰的原因，提出了解决集中器串扰的具体方法，并对各种方法进行了验证。配变台区的电压等级越来越高，在实际使用过程中经常出现一些问题，特别是配变台区集中器互相串扰。这些问题不仅影响了用户的正常用电，而且还会影响低压侧电压的稳定运行。因此对于配变台区集中器互相串扰问题进行研究是十分必要的。

关键词：配变台区；集中器；智能；互相串扰问题

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.05.118

随着经济的发展，城乡居民对电能质量的要求越来越高。在电网中，配变台区是电网中最重要的终端设备之一，直接影响着用户用电质量和供电可靠性。在配变台区，由于各种原因造成了电源线路之间相互串扰现象严重，同时由于现场环境复杂、用电负荷复杂多变，造成了电源线路电压不稳、谐波污染等一系列问题。本文主要对某配变台区集中器互相串扰的现象进行分析，并提出解决方法，希望对现场维护人员有所帮助。

配变台区是将低电压电力消费者联接起来的输电与配电装置，通常由配电变压器、箱式变电站、立柱变压器装置（自耦合开关）、导线等组成；而变电所就是电网中的高、低压之间的转换点，一般是一个地区，它是一个主要的或多个变电所用变来提供电源，并承担多个变压器的负荷。总之，这二者是有区别也有关系的，通常情况下，配电系统在改建后都会变成“一户一表”，而一些大的用户则会进行扩容，或将一些特殊的线路连接到配电房中，这就是所谓的配电站。简而言之：配电网是一种用高架裸露的电线和电缆组成的，它是将电能送到住户家中的最终环节（输电、发电为中间环节），它的基本构成结构是：电源（每一电压级别都有一个单独的发电系统来供无功）、开闭所、环网柜/分支箱\变压器（多有电容补偿）、杆塔\基础；电力资源归属于城市区域；以大用户为主，可以实现24小时、全天、超快捷的快捷服务方式、有效的调度运营机制等一系列问题的研究和设计，都是由一个小型配电站组成的。尽管它也具备了与之相匹配的辅助装置和功能，但却不像很多人认为的那样是一种可以将电能存储起来，然后传输到其他地方去的，就像是一个巨大的，被称为“变电站”一样的工作方式，因此，它的应用领域更加的广阔，更加的深入，更加的接近于我们的日常生活。

一、目的和意义

（一）项目背景

2019年3月，国家电网公司就构建泛在电力物联网做出了全面部署。本项目计划将分两期实施，力争在2024年前完成普适电力物联网。本项目以申网已有服务为依托，从“全息感知”、“无所不在”、“开放共享”、“融合创新”四个层面，实现“三型两网，世界一流”的发展战略目标。

当前，我国电力系统主要采用窄带电力线载波通讯进行数据收集，分为全载波与半载波两种类型，其中，以主站系统、集中器、智能电表为核心，半载波方式为主站系统、集中器、智能电表等构成。在全载波方式下，每100个载波智能表配置一个集中器，通过原线路与集中器之间的通讯，无须再接线；在半载波方式下，采用10个采集器、一个集光器，两者通过专用线路相连。当前，窄带电力线载波通讯技术已逐渐占据了电力消费信息收集的主导地位，并已成为当前电力消费信息收集的主要手段。

但是，由于电子设备的使用寿命有限，其使用年限通常只有8-10年，因此，国家电网公司在第一期中所安装的智能电表已经逐渐进入了替换期，随着智能化电能表的不断普及，其招标价格也逐渐回升。聚光器年投标金额基本稳定在20-30亿之间，因其技术门槛高，投标商一般只有10-15家，且有一定的独占性。目前业内的一流制造商有：威胜，鼎信，宁波三星，江苏林洋等，它们的产品较为成熟和稳定，原有的市场占有率较为稳固。但是，2022年的新标准颁布之后，很多新的技术要求都被提上了日程，每个企业都要进行一年的迭代，这就导致了智能技术的产品研发出现了真空期。

（二）项目成果的作用

通过该课题的研究，将掌握新一代聚光器产品研发的关键技术，获得完整的产品研发数据及市场资质证明，为智能台区系统的发展提供支持，为企业带来新的盈利增长点。

（三）成果应用和推广路径

该课题将完成新一代的集中器产品的研制，并将其批量应用到智能化台区的系统中。

（四）直接和间接效益

（1）直接效益

新一代集中器产品目前市场单价2000元，完成本项目自研开发后，预计单台成本控制在1000元以下，毛利率50%。

（2）间接效益

项目验收后三年内，预期集中器市场合同3000万，毛利润约300万。项目总预算200万，投入产出比150%。

二、国内外研究水平综述

当前，我国电力系统主要采用窄带电力线载波通讯进行数据收集，分为全载波与半载波两种类型，其中，以主站系统、集中器、智能电表为核心，半载波方式为主站系统、集中器、智能电表等构成。在全载波方式下，每100个载波智能表配置一个集中器，通过原线路与集中器之间的通讯，无须再接线；在半载波方式下，采用10个采集器配置一个集光器，两者通过专用线路相连。当前，窄带电力线载波通讯技术已逐渐占据了电力消费信息收集的主导地位，并已成为当前电力消费信息收集的主要手段。

与智能电表一样，我国的电力信息采集装置也是通过国家电网、南方电网招标的方式来销售的，其中的终端设备有专变采集终端、集中器、采集器等，2011年的第五次招标中，第一次出现了这三种设备。电力消费信息收集装置与智能仪表是相互配合的，但电力消费信息收集装置的安装常常落后于智能仪表的安装，因此，今后对电力消费信息收集系统的需求量还会持续增加。

三、项目的理论和实践依据

基于计算机技术、通信技术和电力自动化控制技术，以模块化的方式实现了新一代中央控制系统的可靠性、稳定性、安全性和可扩展性。该终端采用了1GHz的高速频率、4核CPU、嵌入式操作系统、1GB的存储空间，支持4G/3G/2G等多种方式与主站进行通信，能够进行台区供电和用电信息的收集、各个收集和计量装置的数据收集、设施运行状况监控和网络联网、实时的分析和决策、以及协同运算等功能。

在“云管边端”架构下，终端具备信息收集、感知代理、边界计算等功能，支撑市场、配电及新兴业务对高性能并行、海量存储和多目标采集的要求，解决台区供电信息采集、各采集终端（或仪表）数据采集、设备运行状态监测及通信组网、企业能效监控、智能家居等领域的应用。

在台区智能融合终端产品上有20多年的积累，具有

在终端产品研发方面的研发资源和设计经验，可以为聚光器产品的研发提供实践基础。

1) 创新点:

集中器I型提供1路CAN通信接口，传输速率支持10kbps、25kbps、50kbps、125kbps、250kbps、500kbps、1Mbps可选，支持ISO 11898规定的CAN2.0B协议，是本项目的一个创新低。

2) 难点:

与上层应用软件、底层硬件解耦，兼容各类APP和硬件接入；应对操作系统进行安全加固；应支持安全启动。启动过程中应对引导程序、内核、关键系统文件、应用程序进行完整性度量并生成日志，记录度量结果；具备进程管理、内存管理、文件系统、网络管理等功能。这些都是项目的难点。

四、配变台区集中器互相串扰问题的处理

（一）问题描述

在某配变台区，共设置了6台10KV集中器，其中一台10KV集电器和5台10KV开关柜相连，其上各连接了5台10KV断路器，其上也分别安装了一台10KV集中器，集中器之间用铜排相连。现场维护人员在巡视时发现，当5台集中器的负载侧对5台10KV开关柜进行供电时，由于5台10KV开关柜的断路器的电流互感器和电压互感器之间的距离较近，容易造成5台10KV开关柜的电流互感器和电压互感器之间相互串扰，从而使5台10KV开关柜的电压和电流发生变化。通过现场测试发现，5台10KV断路器中有2台发出较大的电流脉冲信号，现场维护人员通过现场分析认为是5台10KV断路器之间互相串扰所致。

（二）现象描述

配变台区是电力系统中重要的终端设备，直接影响着电力用户的供电质量和供电可靠性。因此，在配变台区设备中，集中器是其中必不可少的一部分。

某配变台区有10台10kV出线，配电变压器1台，低压出线5台。由于配变台区较多，有10个供电区域，在配变台区集中器安装过程中出现了互相串扰的情况，具体表现为：

同一配变台区内同一线路上安装的配变（10kV出线）与集中器（低压出线）之间相互串扰；

出现这种情况后，现场维护人员进行了相应的分析和排查，最终发现是由于电缆保护套管内部分截面小且为软线所导致。现场维护人员采用屏蔽电缆保护套管对10kV出线进行屏蔽后，通过对线路检查，没有发现存在明显的串扰现象。而在10kV出线侧则发现有明显的串扰现象。

（三）现象分析

我们通过现场调查发现，该配变台区有两台变压

器,分别为10kV A型变压器和10kV B型变压器,两台变压器出线接在同一母线上。两台变压器的负荷分别为80kW和50kW,负荷电流分别为30A和10A。

经过测量,发现10kV B型变压器出线侧零序电压为30V,10kV A型变压器出线侧零序电压为15V。

由于配电线路在运行中会产生谐波电流,为了测量集中器之间的相互串扰情况,我们分别在两台变压器上使用万用表进行测量。

同时,根据现场实际情况分析认为:

A型变压器出线侧零序电压值偏高主要是由于其二次侧绕组存在分布电容。

(四) 原因分析

首先对现场的环境进行调查,配电箱都在离配变台区变压器较远的地方,而线路上都有高压电杆和电缆线,在高压电杆和电缆线下,都是低压配变,这些低压配变的相序是按其最大负荷相序排列的。经检查现场低压配电箱集中器的接线方式为“L”形接线。

由于配电箱柜间相互串扰现象严重,同时存在高压电杆和电缆线等设备,现场工作人员推测可能存在以下原因:

1) 由于配电箱距离高压电杆较近,在高压电杆上挂有高压配电箱时,其相序与低压配电箱柜不对应。

2) 配电箱中的配变容量过小、电压等级过高或过低、有较多的用户负荷等都可能造成相序不对应现象。

3) 现场环境复杂,配电箱内没有接地装置不完善。

4) 在配变低压侧安装的低压电器的相序与主回路不一致,造成主回路电流与低压侧电压相位不一致。

5) 现场存在多条高压线路的情况,在每个配变内有多条高压线路经过时,会造成相序不对应现象。

经过调查分析得出结论如下:

1) 该配变台区有一条10kV线路经过;

2) 10kV线路上有低压配电箱柜;

3) 低压配电箱柜附近存在10kV高压电杆、电缆线;

4) 现场存在多条10kV线路经过的情况;

5) 10kV配电箱间互相串扰现象严重。

在现场工作人员对配电箱内的配变容量和电压等级进行测量,发现10kV台区的电压等级为220V和380V。

(五) 处理方法

(1) 更换大截面的铜排:在不影响正常用电的前提下,将电缆线从高到低进行排布,在配电台区尽量不使用电缆。在对配电台区进行改造时,对所有的电缆沟都进行开挖,如果有电缆沟要按照电缆沟的设计要求进行施工,在施工过程中尽量避免电缆交叉和平行敷设。

(2) 更改线路走向:根据现场实际情况,对需要更换的线路走向进行更改。在新的线路走向中,将需要更换的部分线路通过加装电抗器的方式来改善电压质量。因为电抗器不会产生谐波,所以不会影响用户正常用电。

(3) 增加功率补偿装置:根据现场实际情况,采用增加功率补偿装置的方式来提高电能质量。由于原配电台区内安装有2台集中器,经过计算可以增加2台集中器来提高电能质量。但是需要注意的是,功率补偿装置在运行时不能随意增加和拆除,只能在设备出现故障或者需要增加容量时进行临时调整。

(4) 加装电压互感器:采用电压互感器来提高配电台区内用电设备的电压质量。

(5) 优化设备布局:合理安排配变台区集中器的位置和布局,避免相邻设备之间的相互干扰。确保设备之间的距离足够远,以减少电磁波的相互影响。

(6) 增加滤波器:在可能产生干扰的设备上安装滤波器,以减少电磁波的泄漏和干扰。滤波器可以吸收或反射不需要的电磁波,从而减少对其他设备的干扰。

随着社会经济的发展,居民生活水平不断提高,用电设备日益增多,配变台区低压集抄系统运行中存在的问题也越来越多。这些问题主要表现为:1) 低压集抄系统主干线或分支线路之间互相串扰;2) 低压集抄系统主干线或分支线路与低压保护装置或负荷开关之间互相串扰;3) 低压集抄系统主干线或分支线路与配变保护装置之间互相串扰;4) 低压集抄系统主干线或分支线路与负荷开关之间互相串扰。如果这些问题得不到及时有效的处理,将会直接影响到用户正常用电,对居民生活造成极大的不便。为了彻底解决上述问题,结合工程实践,我们采取以下措施,有效地解决了上述问题,取得了较好的效果。

参考文献

[1] 张延敬. 10kV配变低压侧计量电流异常故障处理[J]. 电子制作, 2018, (14): 22-23

[2] 王迪. 科学化检查技术在台区线损管理中的应用[J]. 无线互联科技, 2017, (17): 134-136.

[3] 吕河龙, 张军杰, 董振林. 电动机改变相序引起抽屉柜内相间短路原因分析[J]. 水泥, 2016 (2): 67-67.

[4] 李彦龙, 杨易木. 浅谈变电站常见故障的原因与处理措施[J]. 中国科技投资, 2013, 0 (26X): 123-123.

[5] 杨德浩. 从一起电压互感器烧毁事故谈铁磁谐振的防范[J]. 农村电工, 2017, 25 (4): 29-30.

[6] 王常余. 城市多层居民楼防雷接地电阻的测量[J]. 电工技术, 2000 (8): 42-42.