

# 配网自动化系统故障处理

顾妍, 归敏琪

(苏州供电公司, 江苏 苏州 215000)

**摘要:**概述了苏州配网自动化的试点情况,介绍了 OPEN3200 系统的基本功能,对苏州市区配网故障处理的典型实例进行了研究。同时,提出了对现有的 OPEN3200 系统的优化和改进意见,为后续的配网自动化工程的建设 and 推广打下了坚实的基础。

**关键词:**配网自动化;故障处理;OPEN3200

**中图分类号:**TM 862

**文献标志码:**B

**文章编号:**1674-1951(2016)12-0039-03

## 0 引言

随着智能电网建设的全面展开,对配电网的发展提出了新的要求。配网自动化<sup>[1]</sup>是智能配电网的重要内容,对于提高供电可靠性,改善电能质量,增强供电能力,实现配网高效、经济、优质运行,具有重要意义。本文对苏州市区配网自动化故障处理展开深入研究。

## 1 苏州配网自动化试点情况

苏州配网自动化一期工程于 2012 年 4 月开始建设,并在 2013 年通过国家电网公司组织的实用化验收。该试点区域位于苏州工业园区,项目总面积约 60 km<sup>2</sup>,覆盖 8 座变电站中的 149 条 20 kV 全电缆线路,配电站所共 451 座,约 4 000 台配电开关实现了“三遥”功能。线路电缆化率为 100%,供电可靠性为 99.9807%。

试点区域涵盖了生活区、商业区和工业区等各类用户,项目投产后不仅大大提高了供电可靠性,优化供电线路,缓解供电压力,同时也保障了重要客户及广大居民的生产生活需要,提升了客户用电满意度。该项目具有良好的示范作用,为后续的配网自动化工程的建设 and 推广打下了坚实的基础。

## 2 配网自动化系统的主要功能

### 2.1 基本功能

OPEN3200 是苏州地区目前使用的配网自动化系统,该系统是由南瑞开发的一个友好便捷的人机界面。

按功能分类,主要是系统支撑平台、监视控制与数据采集(SCADA)功能、馈线自动化功能、配网分

析应用和配网仿真 5 大类,如图 1 所示。

作为调度员,最关心的就是如何在 OPEN3200 系统中正常操作和事故处理。

在 OPEN3200 系统中,最常用的就是 SCADA 功能和馈线自动化功能。SCADA 功能用于数据采集和监控,主要包括“三遥”以及告警查询功能<sup>[2]</sup>。本文重点介绍馈线自动化功能,主要应用于事故处理。

### 2.2 馈线自动化功能

#### 2.2.1 故障处理模式

实现馈线自动化<sup>[3]</sup>,将成为提高供电可靠性的有效手段。通常,馈线自动化故障处理模式主要有 3 种:基于重合器的故障处理模式、基于主站监控的故障处理模式以及基于系统保护的故障处理模式。

苏州配网自动化系统目前采用基于主站监控的故障处理模式(DA),也称“集中型”处理模式。这种模式中,各配电终端监控记录故障前及故障时信息,并借助于通信系统上传至主站,主站根据预设程序发出控制命令,配电终端接收并执行命令。这种处理模式以集中控制为核心,能快速进行故障判断、故障隔离以及恢复供电,大大提高供电的可靠性<sup>[4-8]</sup>。

#### 2.2.2 故障定位原理

本文以“手拉手”供电方式为例,简单介绍 OPEN3200 系统的故障定位原理。

如图 2 所示,线路 1 和线路 2 开环运行,K3 为联络开关,正常情况下处于断开状态。S1, S2 分别为线路 1、线路 2 电源侧的开关,K1, K2, K3, K4 均为配电开关。

当线路 1 发生故障时,如果开关 K1 有保护动作信号,而其紧邻的下游开关 K2 没有保护动作信号,则可以确定故障就发生在 K1 与 K2 之间。

故障的定位非常重要,它关系着事故处理的正确与否,故障的隔离及供电恢复都是基于此进行的,

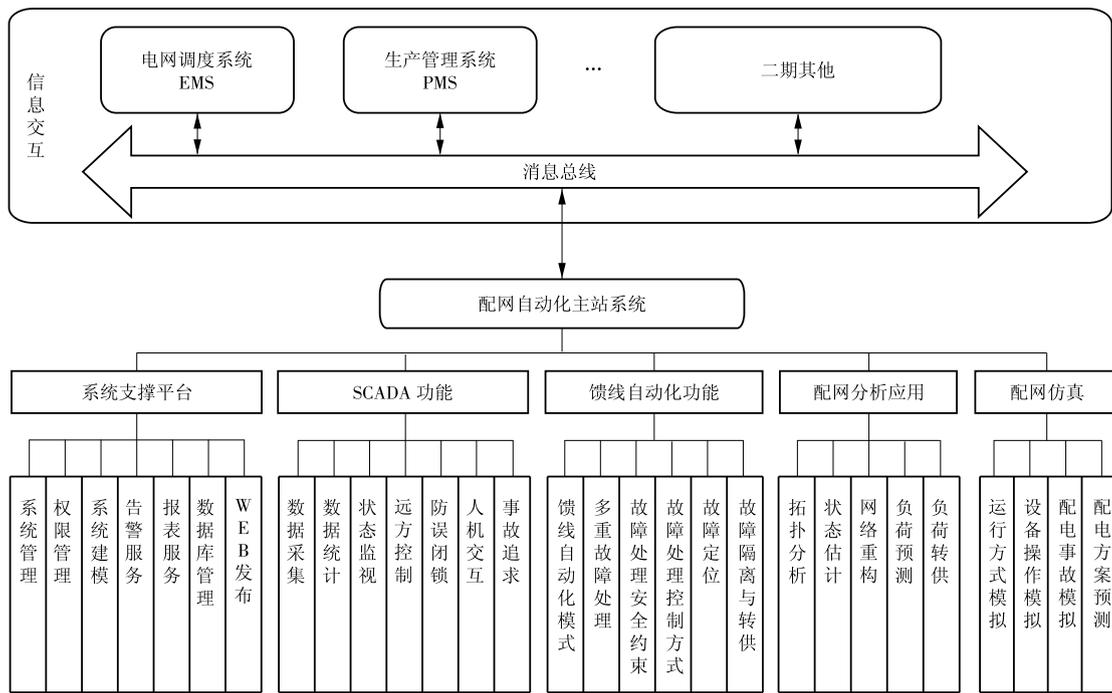


图 1 配网自动化系统主要功能

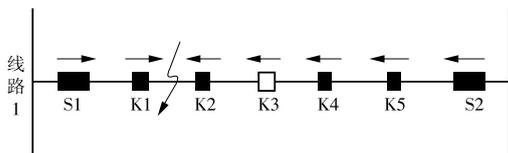


图 2 “手拉手”供电方式故障定位

因此保证配网自动化系统故障定位的准确率非常关键。

### 2.2.3 故障隔离及供电恢复

在完成故障定位后,根据故障点的不同,故障隔离及恢复方案也略有不同;如果是出线故障,由于电源侧的断路器保护动作,开关已经跳闸,故障恢复方案只需将出线电缆另一侧的配电开关拉开,然后下游无故障区域找合适的线路转供;如果是中间线路故障,将故障电缆两侧配电开关拉开,故障隔离后,上游区和下游区分别进行恢复;如果是末端线路故障或用户故障,故障隔离后,前段进行试送即可。

目前,苏州市区的 OPEN3200 系统的配网自动化自愈功能还未完全开放,故障定位后,需要 DA 逻辑和人工判断相结合,实现故障的隔离和供电恢复。今后将不断完善故障定位功能,提高故障定位准确率,在条件成熟时,投入配网自动化自愈功能,实现故障的自动隔离和自动恢复,提高供电可靠性,进一步提升配网自动化的实用水平。

## 3 故障处理的实例分析

### 3.1 常见的单一故障

湖东变电站(以下简称湖东变):213 南山 #1 线零序 I 段动作,开关跳闸。该配电线路接线如图 3 所示。

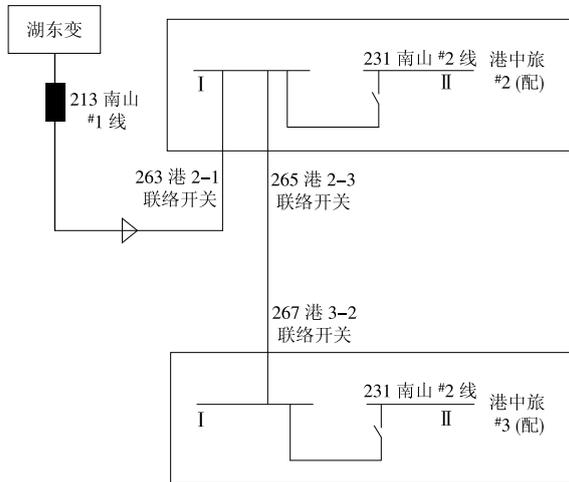


图 3 配电线路接线

当湖东变 213 南山 #1 线零序 I 段动作, OPEN3200 系统推出 DA 界面见表 1。

表 1 DA 界面

故障区域判定	“港中旅 #2 配电所 265 开关”与“港中旅 #3 配电所 267 开关”之间区域发生故障,导致“213 南山 #1 线开关”跳闸
故障判断依据	湖东变 213 南山 #1 线开关 开关跳闸 港中旅 #1 配电所 273 保护动作 港中旅 #1 配电所 261 保护动作 港中旅 #2 配电所 263 保护动作 港中旅 #2 配电所 265 保护动作

根据故障定位原理,港中旅 #2 配电所的 263 港 2-1 联络开关、265 港 2-3 联络开关有保护动作信号,其上游配电开关也有保护动作信号,而下游港中旅 #3 配电所 267 港 3-2 联络开关没有保护信号,

因此故障初步判定为港中旅 #2 配电所 265 港 2-3 联络开关至港中旅 #3 配电所 267 港 3-2 联络开关间,随后调度员通过人工遥控操作将故障电缆隔离,待配电人员到现场测绝缘,确认故障点。配电人员告知港中旅 #2 配电所 265 港 2-3 联络开关至港中旅 #3 配电所 267 港 3-2 联络开关间电缆 C 相故障。在故障确已隔离后,前段试送,后段选择合适的线路进行转供负荷。

### 3.2 故障区域误判情况分析

本文以通信问题为例。DA 存在误判的情况,调度员不能盲目判断,应以配电人员到现场实际检查为准。

姚慕变电站(以下简称姚慕变):233 海德 #2 线电流 I 段动作,开关跳闸。该配电线路接线如图 4 所示。

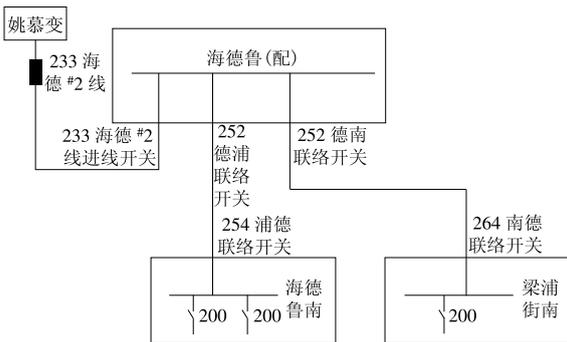


图 4 配电线路接线

当姚慕变 233 海德 #2 线发生故障时,OPEN3200 系统推出 DA 界面见表 2。

表 2 DA 界面

故障区域判定	故障电流信号不连续,系统初步判定为: “233 海德 #2 线开关”与“海德鲁配电所 233 开关”之间区域发生故障,导致“233 海德 #2 线开关”跳闸
故障判断依据	姚慕变 233 海德 #2 线开关跳闸

在该实例中,DA 判定为出线电缆故障,故障电流信号不连续,查看保护动作信号,实际发现海德鲁配电所 252 德浦联络开关 B 相过流告警。这是一个 DA 误判的实例,可能是通信系统问题造成故障电流上传不连续,进而导致误判为出线电缆故障。如果调度员细致查看相应开闭所的保护动作告警,就能及时发现 DA 的误判,有助于事故的查明和处理。

为了避免故障的误判情况,OPEN3200 系统可以采取一些系统优化的措施。

当配网发生多重复杂故障时,可能会造成配网自动化系统 DA 误判。若 DA 的故障定位结果与保护动作信号逻辑不一致或信息不健全时,保护动作信号繁杂很难判断故障,建议系统应给予提示,以免

引起调度员盲目判断,并以配电人员到现场实际检查为准。

当系统存在通信问题时,建议提示“故障电流信号不连续”或“系统通信中断”等信号,以引起调度员注意。有条件时,调度员可根据保护动作信号远方遥控隔离故障点,再以配电实际检查为准。建议进一步完善通信网络的建设,提高配网通信系统的运行质量与效率。

造成误判还可能是线路的切割、新投开闭所(配电所)未配置配网自动化终端等原因,因此,配网自动化区域的网架结构应布局合理、相对稳定,减少频繁的线路切割,建议新投开闭所(配电所)均配置配网自动化终端,最终实现配网自动化的全覆盖。

## 4 结论

本文对苏州市区配网故障典型实例进行了研究、分析,并提出了一些对现有 OPEN3200 系统进行优化和改进意见。

(1)进一步完善配网自动化实施区域的“三遥”及相关功能。在配网自动化已建成的区域,当新增设备时,应同步配置配网自动化设备,确保系统 DA 的正常判断。提高配网自动化远方操作的成功率以及故障判断的准确率,优先采用遥控的方式隔离故障点并转供负荷,加快供电恢复速度。

(2)逐步实现配网自动化的“全自动”和“可自愈”功能。可以自动进行故障定位、故障隔离和供电恢复,提高设备利用率和供电质量,降低人员的劳动强度。

(3)当配网发生多重复杂故障或系统存在通信问题时,若 DA 定位与实际保护动作信号逻辑不一致或系统信息不健全时,保护动作信号繁杂很难判断故障,系统应给予提示,以免引起调度员误判,并以配电人员到现场实际检查为准。

(4)合理规划网架结构,减少频繁的线路切割,逐步走向配网自动化的全覆盖,实现规模化效益。对于目前苏州配网结构比较复杂的情况,建议逐步进行“网格化”改造,形成单母分段单进单出的结构,有利于配网自动化的应用和管理。

(5)加强设备的现场维护,提高现场设备的无缺陷水平和配电终端的在线率。完善配网自动化终端的自诊断和自恢复功能,提高配网自动化的准确性。

(6)进一步完善配网自动化通信网络的建设,提高通信系统的运行质量与效率,保障配网自动化信息高速、安全、可靠的交互。(下转第 66 页)

减的趋势,可初步判定风速变化所处转折点的风速即为自由流风速;利用地面式激光雷达测风仪可验证该点风速是否为自由流风速。故利用激光雷达测风仪参考 IEC 61400 - 12 - 1—2015 等相关标准进行复杂地形自由流风速的测试方法是可行的。

#### 4 结论

利用测风塔并依据 IEC 61400 - 12 - 1—2015 等相关标准的传统方法进行风电机组自由流风速测试,存在测试周期长、测量精度一般、推行难度大等问题,针对该情况提出了基于激光雷达测风仪复杂地形下风电机组自由流风速的测试方法。依托云南某风电场通过场地评估进行象限选择,利用地面式和机载式激光雷达测风仪分别测量不同高度和不同距离处的风速,经过数据采集和处理并对数据进行相关性分析、对比分析,分象限、分不同高度、不同距离进行分析,最后认为在方向 285° ~ 320° 上,距离 #26 风电机组 164 m(2d),65m 轮毂高度的风速即为 #26 风电机组的自由流风速。

虽然 IEC 61400 - 12 - 1—2015 等相关标准未提出采用激光雷达测风仪进行风电机组功率曲线或自由流风速的测试,但是通过本文的试验证明:激光雷达测风仪技术可用于风电机组复杂地形自由流风速的测试。本文所述复杂地形自由流风速的判定方法是采用机载式激光雷达测风仪进行自由流风速测试,通过设置合理的测试距离,根据风吹向机组时随着距离的缩减,风速呈增大或不变到衰减的趋势,可初步判定风速变化所处转折点的风速即为自由流风速;利用地面式激光雷达测风仪验证了数据的准确性和可信度。利用基于激光雷达测风仪风电机组复杂地形自由流风速的测试方法,可精准实现对自由流风速的测试,不仅测试精度高、测试范围广、测试

(上接第 41 页)

#### 参考文献:

[1] 王士政. 电网调度自动化与配网自动化技术[M]. 北京: 中国水利出版社,2006.

[2] 徐丙垠,李天友,薛永端. 智能配电网与配电网自动化[J]. 电力系统自动化,2009,33(17):38-41.

[3] 曾照新. 配电网馈线自动化技术研究[D]. 湖南: 湖南大学,2013.

[4] 郑艺能. 城市 10 kV 配电网自动化实施的研究[J]. 中国高新技术企业,2013(33):125-126.

[5] 朱成芳. 10 kV 配电网故障智能定位系统应用探讨[J]. 电力讯息,2014(2):71-72.

周期短、测试费用少,而且操作方便,可适用于复杂地形的测试,对促进我国风电行业性能评估和测试技术的进步具有积极意义。

#### 参考文献:

[1] 周海,匡礼勇,程序,等. 测风塔在风能资源开发利用中的应用研究[J]. 水电自动化与大坝监测,2010,34(5):5-8.

[2] 刘敬智,宋鹏,白恺,等. 激光测风仪在风电机组功率特性现场测试中的应用与分析[J]. 华北电力技术,2015(3):8-12.

[3] 伊明. 我国风电新增装机容量创历史新高——占全球风电装机的 27% [J]. 中国设备工程,2015(3):5.

[4] 潘宁. 基于激光雷达测风仪的风电机组功率曲线测试方法研究[J]. 节能技术,2013,31(2):112-115.

[5] 蔡纯,张秋生. 风力发电机组功率曲线的修正[J]. 广东电力,2003,16(1):17-19.

[6] Wind turbines generator systems part 12 - 1: power performance measurements of electricity producing wind turbines: IEC 61400 - 12 - 1—2015[S].

[7] 李庆. 风电机组和风电场的功率特性及电能质量测试研究[D]. 北京: 中国电力科学研究院,2006.

[8] 封治华,杜改丽. 相干多普勒激光测风雷达系统研究及验证[J]. 激光与红外,2015,45(2):128-132.

[9] 杨伟新,宋鹏,白恺,等. 基于机舱式激光雷达测风仪的风电机组偏航控制偏差测试方法[J]. 华北电力技术,2016(7):59-63.

[10] 马东. 激光雷达测风仪在风电机组偏航误差测试中的应用研究[J]. 应用能源技术,2015(11):5-7.

(本文责编:白银雷)

#### 作者简介:

张伟(1981—),男,山东济宁人,工程师,工学硕士,从事风电场设计、风资源分析、大数据分析、故障诊断技术等领域的研究工作(E-mail:wei-zhang@chder.com)。

[6] 罗平. 继电保护与配电网自动化配合的配电网故障处理[J]. 中国新技术新产品,2013,2(1):123-125.

[7] 龚静. 配电网综合自动化技术[M]. 北京: 机械工业出版社,2008,25-36.

[8] 肖潇. 城市配网自动化及其配网规划的应用探讨[J]. 中国高新技术企业,2015(30):113-114.

(本文责编:齐琳)

#### 作者简介:

顾妍(1990—),女,江苏苏州人,助理工程师,工程硕士,从事电力调控运行相关方面的工作(E-mail:rh\_1964@163.com)。

归敏琪(1989—),男,江苏苏州人,助理工程师,工学学士,从事电力调控运行方面的工作(E-mail:gmq8901@163.com)。