

配电自动化 DA 研判策略失误的研究

杨 川，徐 勇，濮 岚

(扬州供电公司，江苏 扬州 225009)

摘 要：配电自动化是缩短停电时间，提高供电可靠性的有效方法。随着扬州“一流配网”建设和管理示范项目的深入，城区 10kV 线路的配电自动化覆盖率也随之提高，应用技术创新的同时，也面临随之而来的问题。10kV 线路故障发生后，主站集中式 DA 会根据线路分布智能终端（DTU/FTU）报送的故障信息，进行故障点的研判，并给出故障隔离策略及非故障段的恢复供电策略，快速隔离故障点并恢复供电。在实际运行中，发生了一起因配电自动化 DA 研判隔离及恢复的策略失误造成的故障范围扩大，本文详细分析了这起 DA 策略研判失误的原因，并根据实际运维给出了解决的办法及方案。

关键词：配电自动化；DA；故障研判

0 引言

配电自动化是准确定位、隔离故障点，快速恢复供电的有效方法，是提高供电可靠性、供电质量和供电能力，实现配电网高效经济运行的重要手段，也是城市配电网未来的发展方向。

配电自动化目前承担着配网潮流分析，重载计算，故障自愈，网络重构，抢修指挥，遥控操作等任务。配电自动化的出现大大减轻了运行人员的操作、抢修任务，使故障抢修摆脱了“盲寻”的传统模式。但因其原理实现复杂、中间环节多，专业跨度大，装置运行环境恶劣等原因，往往使其应用配合衔接出现问题，配电自动化装置的不正确动作可能使某些线路误动，扩大故障范围，降低供电可靠性。

目前，为有效借助配电自动化系统的自愈功能，实现快速故障研判，故障区域隔离，非故障区域恢复供电，配网智能网络重构的功能，需要对配电自动化终端和配电自动化系统进行有效配合，并对运维过程中的每一次配电自动化的 DA 研判策略进行实际分析论证，发现其中存在的问题，制定相应的策略，保证 DA 动作策略的可靠性，避免 DA 的不正确动作，使配电自动化能最大限度的发挥其技术先进性，创造更多的经济效益。

1 扬州配电自动化概况

1.1 覆盖区域

2011 年扬州开发区智能电网综合示范工程中，

配电自动化作为子项之一开工建设，2013 年 1 月 26 日通过国家电网公司验收。目前，扬州配电自动化的覆盖区域主要集中在开发区，55 条 10kV/20kV 线路已实现配电自动化。共接入 180 个配电自动化终端，全部通过光纤网络通道通信，实现 2 座开关站、56 座环网柜、122 个柱上开关的“三遥”功能。其中，10kV 科龙 1#、2#线实现分布式馈线自动化功能，其余线路采用主站集中式馈线自动化。

扬州自动化系统采用“配电自动化主站”（国电南瑞 OPEN3200 系统）+“配电终端”双层结构。配电自动化主站系统集成配电抢修综合指挥平台、馈线自动化、分布式光伏能源接入控制系统等功能。通过光纤网络通道通信，将终端采集的各种数据和功能汇集到自动化系统，并通过 WEB 发布。目前，在公司内部所有 MIS 办公电脑上均可实现配电自动化覆盖线路“三遥”数据浏览。

表 1 扬州配电自动化终端分布一览

序号	变电站	配电自动化终端个数
1	八里变	15
2	港口变	32
3	开发变	53
4	吕桥变	19
5	汉河变	58
6	花园变	4

如表 1 所示，截止目前，扬州供电公司管辖接入配电自动化主站系统（DMS-OPEN3200）终端总个数为 180 个，其中柱上开关智能终端 FTU 122

个，环网柜/开关站智能终端 DTU 58 个，分布于开发区开发变、吕桥变、汉河变、花园变、港口变、八里变共计 6 个变电站。

1.2 集中式配电馈线自动化 (DA) 功能简介

配电自动化系统的主要功能之一是自动研判故障点，快速隔离故障，恢复非故障部分供电。

根据功能划分，有主站集中式 (DA) 及智能分布式 (FA) 馈线自动化两种。扬州目前主要应用的是主站集中式 DA，其功能原理见图 1。

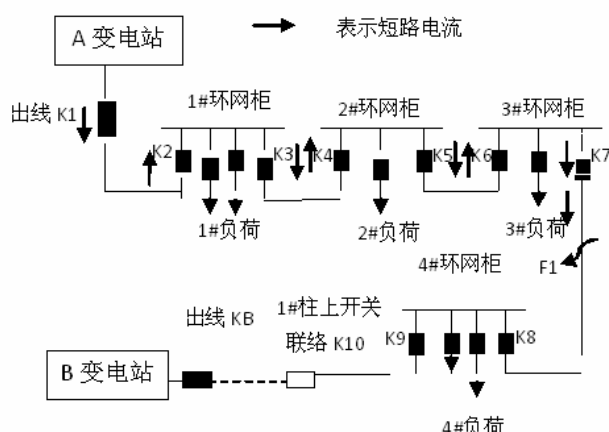


图 1 城区典型配电线路示意图

如图 1，A 变电站 10kV 出线和 B 变电站 10kV 出线通过联络开关 K10 手拉手，1#、2#、3#、4# 环网柜及 1#柱上开关均装设配电自动化终端，可以实现配电设备的“三遥”，并具备“过流保护发信”功能。变电站出线断路器 K1，KB 配置微机保护。

当 F1 点发生永久性短路故障时，A 变电所出线断路器 K1 过流保护动作，开关跳闸后重合闸动作重合于故障线路，电流后加速保护跳开 K1，线路失电。

在上述故障的同时，1#、2#、3# 环网柜的 K2/K3、K4/K5、K6/K7 开关均承受短路电流，各自配电自动化终端均向配电自动化主站系统发送“过流保护动作”遥信，而 4# 环网柜的 K8/K9 开关在故障点下游，没有短路电流经过，故配电自动化终端不会发信。

此时主站集中式 (DA) 启动，根据各终端报送的过流信息，区分故障点的上、下游区间，研判断故障点在 K7 和 K8 之间，然后提出故障提示及恢复策略见表 2。

表 2 DA 故障研判及恢复策略

A 变电站 K1 开关跳闸 DA 分析	
1	启动方式：分闸+事故总
2	研判结果：K1 线 3#环网柜 K7 开关至 4#环网柜 K8 开关之间线路故障，导致 K1 线开关跳闸。
3	研判依据：A 变电站电源拓扑
1	变电站 K1 过流保护动作
2	1#环网柜 K2 保护动作
3	1#环网柜 K3 保护动作
4	2#环网柜 K4 保护动作
5	2#环网柜 K5 保护动作
6	3#环网柜 K6 保护动作
7	3#环网柜 K7 保护动作
8	4#环网柜 K8 正常
故障隔离策略	
1	遥控分 3#环网柜 K7 开关。
2	遥控分 4#环网柜 K8 开关。
故障恢复策略	
1	故障点上游：遥控合上变电站 K1 开关
2	故障点下游：遥控合上联络 K10 开关
DA 处理故障完毕。	

配调值班员确认后 DA 动作，依次发命令跳开 K7、K8 开关隔离故障，合上 K1 和 K10 开关恢复上游段和下游段的供电。

线路其他区间发生故障的研判与整组动作方以此类推，这里不再详述。

2 配电自动化 DA 研判策略失误分析

本次研究一起配电自动化 DA 研判策略失误的案例。

2.1 故障线路运行方式及配电自动化配置

110kV 吕桥变科教线 122 与 110kV 汉河变 113 通过华扬农行 086 柱上开关拉手形成单环网，如图 2 所示。

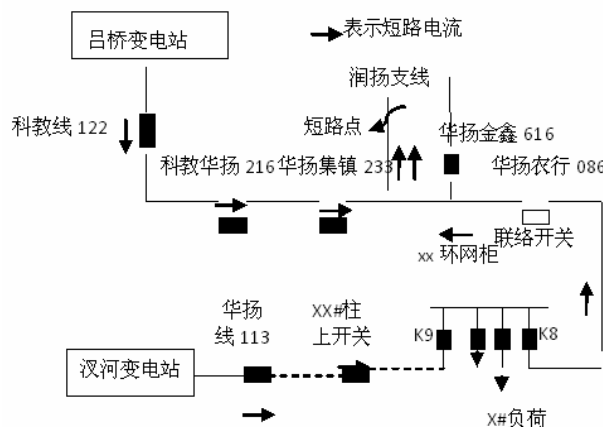


图 2 故障线路示意图

图 2 所示所有分段开关均安装配电自动化终端 FTU，环网柜安装 DTU。

变电站出口断路器配置三段式过流保护。

各分段开关为负荷开关，FTU 配置过流保护作用于信号。

2.2 事故概述

2013 年 6 月 7 日 18 点 30 分 28 秒，110kV 吕桥变 10kV 科教线 122 开关发生相间短路，122 开关过流 I 段跳闸，重合闸未成功，科教线停电。

故障发生后，配电自动化主站集中式 DA 启动，15 秒后，给出故障研判策略，要求隔离科教华扬 216 至华扬集镇 233 之间线路，45 秒后调度遥控执行成功后，给出故障恢复策略，上游由科教线 112 直供，下游改由华扬线 113 开关代供。

调度遥控执行 DA 故障隔离及恢复供电策略：

1) 上游遥控分科教华扬 216 开关及华扬集镇 233 开关，遥控合吕桥变科教线 122 开关，上游恢复正常。

2) 下游遥控合上华扬农行 086 开关，紧接着华扬线 113 开关过流 I 段跳闸，重合闸未成功，华扬线停电。DA 给出研判范围：华扬农行 086 开关下游故障导致汉河变华扬线 133 开关跳闸。

因为研判点出现问题，调度终止 DA 的恢复策略，要求配电运检工区巡线。

经现场巡线检查，发现故障点在吕桥变 科教线 华扬集镇 233 开关至润扬支线的线路上，DA 研判策略失误，导致故障范围扩大。

2.3 DA 动作分析

事故发生后，扬州供电公司立即组织事故调查分析，调取了配电自动化主站系统 OPEN-3200 系统内的遥信动作报告如表 3 所示

故障发生后，配电自动化主站系统 DA 正确启动（开关分闸+事故总），采集判据：

表 3 DA 采集遥信判据

序号	配电自动化终端	信息
1	吕桥变科教线 122 开关保护	过流动作
2	科教华扬 216 开关 FTU	过流动作
3	华扬集镇 233 开关 FTU	正常（过流动作未被采集）
4	华扬金鑫 616 开关 FTU	正常
5	华扬农行 086 开关 FTU	正常

根据 DA 的采集信息，DA 判定故障区域为：“科教线 科教华扬 216 开关至华扬集镇 233 开关之间线路上。”

DA 动作评价：

(1) DA 误动，未能隔离真正的故障区域，扩大故障范围。

(2) 在接下来的 DA 恢复下游供电的策略中，遥控合上分段开关华扬农行 086 后，故障点被转移到汉河变华扬线，导致华扬线 113 开关保护动作跳闸，扩大故障范围。

存在问题：

本次 DA 在故障研判上完全错误，分析如下：

(1) 2013 年 6 月 7 日 18 点 30 分 28 秒故障发生，DA 启动，等待 15 秒收集沿线 FTU 动作遥信，此时数据窗开启时间应为：18:30:28—18:30:43。调取主站故障遥信收集时间表如下：

表 4 DA 研判数据时间轴（YX）

序号	OPEN3200 遥信表	YX 时间表
11	吕桥变科教线 122 开关过流动作+开关分闸	18 时 30 分 28 秒
12	科教线 122 科教华扬 216 A 相过流故障 动作	18 时 30 分 36 秒
13	科教线 122 科教华扬 216 B 相过流故障 动作	18 时 30 分 36 秒
14	科教线 122 华扬集镇 233 A 相过流故障 动作	18 时 30 分 47 秒 (超时)
15	科教线 122 华扬集镇 233 B 相过流故障 动作	18 时 30 分 47 秒 (超时)

注：DA 研判数据时间轴（15 秒）：18：30：28——18：30：43

(2) 查询终端的 SOE 信息库时发现，华扬集镇 233 开关 FTU 在短路故障发生时和科教华扬 216 开关 FTU 同时检测到信息，并正确上报遥信“华扬集镇 233 开关 A、B 相过流故障”。

表 5 DA 研判数据时间轴（SOE）

序号	OPEN3200 SOE 表	SOE 时间表
1	科教线 122 科教华扬 216 A 相过流故障 动作	18 时 30 分 25 秒
2	科教线 122 科教华扬 216 B 相过流故障 动作	18 时 30 分 25 秒
3	科教线 122 华扬集镇 233 A 相过流故障 动作	18 时 30 分 25 秒
4	科教线 122 华扬集镇 233 B 相过流故障 动作	18 时 30 分 25 秒

(3) 综上可以判断，在故障发生时，科教华扬 216、华扬集镇 233 FTU 过流同时动作，并上送故障遥信，但因通信延时，或装置远方对时没有成功，导致华扬集镇 233FTU 上送的故障信息，比 DA 研判时间（18：30：28—18：30：43）超出 4 秒（18：30：47），导致 DA 研判失误，DA 误动作。

4 现场检查分析及处理

依据事故调查分析的内容，扬州供电公司成立配电自动化主站系统分析调查小组和配电自动化终端调查小组对事故发生的原因进行详细剖析，制定

方案如下:

1) 配电运检工区现场检查 FTU 装置远方对时是否成功, 确保 FTU 装置和 OPEN3200 主站系统在同一时间。

2) 调度自动化运维班配合配电运检工区对科教华扬 216、华扬集镇 233 FTU 远方进行“遥信变位试验”检查通讯通道延时。

3) 配电运检工区现场对华扬集镇 233FTU 进行二次侧通电流试验, 验证终端发信的准确性。

经过主站侧和现场端的联合检查测试, 发现华扬集镇 233 开关 FTU 存在问题, 对故障信息的上送存在约 20 秒的信息滞送, 无法满足主站 DA 收集故障信息 15 秒的数据窗, 之后, 配电运检工区对 FTU 的 CPU 板进行了更换, FTU 恢复正常, 信息正常报送。

根据事故调查原则, 扬州供电公司对同类别、同厂家的 FTU 全部进行了现场通流测试, 力争做到举一反三, 避免此类故障的发生, 试验中, 未发现同类异常的存在, 因此判断此故障为偶发现象, 因 FTU 装置自身原因引起。

5 结论

扬州一流配网管理和示范项目中, 配电自动化二期已经进入勘察设计阶段, 未来扬州的配电自动化将覆盖全部城区 88 平方公里, 及农村公道全镇, 包含配电自动化终端 516 台, 其中城区 435 台, 全部采用光纤通信, 农村 81 台, 有 47 台采用

无线专网通讯方式。

上述研究为建设可靠、智能化的配电自动化系统积累了经验。目前, 扬州配电自动化系统已经全部在线运行, 经过现场的运维统计及实际调试研究, 配电自动化 DA 研判策略的正确率处于比较高的水平, 且隔离故障及恢复供电的速度大大提高, 有效的提升了配网的精益化运维水平, 促进了智能配电网的发展。

参考文献:

- [1] 韩国政,徐丙垠.基于 IEC61850 标准的智能配电终端建模[J].电力自动化设备, 2011(2).
- [2] 韩国政,徐丙垠.基于 IEC61850 的高级配电自动化开放式通讯体系[J].电网技术,2011(4).
- [3] 王灿,吴菲菲.IEC61850 数字变电站综合自动化系统[J].华中电力,2011(1).
- [4] 罗四倍,黄润长.基于IEC61850 标准面向对象思想的IED 建模[J].电力系统保护与控制,2009(17).

作者简介:

杨 川 (1982-), 男, 江苏扬州人, 工程师, 技师。研究方向为电力系统继电保护、配电自动化;

徐 勇 (1970-), 男, 江苏扬州人, 高级工程师, 高级技师。研究方向为配电运维管理, 变电运维管理, 继电保护分析;

濮 岚 (1986-), 女, 江苏扬州人, 研究方向为配电网调度控制, 设备故障诊断。