

一个实际的馈线自动化方案探讨

杨立付, 刘沛

(华中理工大学电力系, 湖北 武汉 430074)

摘要: 对配电自动化和馈线自动化作了简单介绍, 对基于 FTU 的自动化系统组成、性能要求、故障区段判断算法作了说明和详细的分析, 并结合长沙某一地区的实际情况说明了安装 FTU 的可行性。

关键词: 配电自动化; 馈线自动化

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2001)04-0039-03

1 引言

通常把电力系统中二次降压变电所低压侧直接或降压后向用户供电的网络称为配电网。配电自动化则是对配电网上的设备进行远方实时监视、协调和控制的一个集成系统。通常把从变电、配电到用电过程的监视、控制和管理的综合自动化系统, 称为配电管理系统。其内容包括配电网数据采集和监控(SCADA, 包括配网进线监视、配电变电站自动化、馈线自动化等)、地理信息系统、网络分析和优化、工作管理系统、需方管理几个部分。馈线自动化又是配电自动化系统中很重要的组成部分。馈线自动化是指在正常情况下, 远方实时监视馈线分段开关与联络开关的状态和馈线电流、电压情况, 并实现线路开关的远方合闸和分闸操作; 在故障时获取故障纪录, 并自动判别和隔离馈线故障区段以及恢复对非故障区域供电。馈线自动化的发展方向是基于 FTU (TIU) 的故障区段判断及隔离, 本文将重点分析该算法, 并以长沙为例, 来说明 FTU 的配置情况。

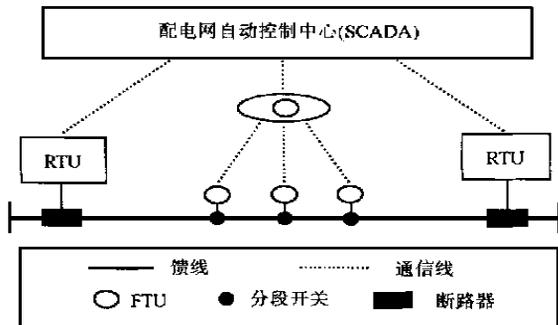


图 1 基于 FTU 的馈线自动化的组成

2 基于 FTU 的馈线自动化

2.1 基于 FTU 的馈线自动化系统组成

典型的基于 FTU 的馈线自动化组成如图 1 所

示。图中, 各 FTU 分别采集相应柱上的运行情况, 如电压、功率等, 并将上述信息由通信网络发向远方的配电网自动化控制中心。另外, FTU 也能接受控制中心的命令, 进行相应的远方倒闸工作。

2.2 故障区段判断和隔离

2.2.1 基本原理

基于 FTU 的故障区段判断和隔离原理分为两种情况, 一种是对辐射状网、树状网和处于开环运行的环状网, 另一种是处于闭环运行的环状网。对于第一种情况, 只需判断各开关处是否流经大于整定值的电流即可。如图 2。

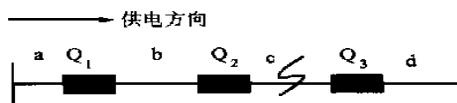


图 2 辐射状网馈线的故障区域判断

假定短路发生在 c 段, 则由于系统为单侧供电, 则 Q2 是最后一个过流的开关, Q3 是第一个没过流的开关, 故可判断故障发生在 c 段。至于第二种情况, 则可用功率方向来判断。如图 3。

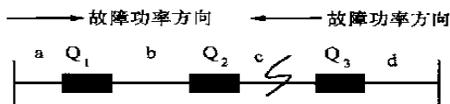


图 3 环网馈线闭环运行的故障区域判断

2.2.2 矩阵算法

上节中两种情况都可使用矩阵算法, 矩阵算法是利用节点 (表示装有 FTU 的开关) 之间的连线状况矩阵 D 和运行状态矩阵 G (过流或功率方向为正确置 0, 否则置 1) 来实现的。比如对图 3 来说, D, G 可分别表示为:

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$G = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

设矩阵 P 为 D 、 G 的乘积,即

$$P = D \times G = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

P 经过规范化后的矩阵称为 $P^{[1]}$ 。

若 $P_{ij} \text{ XOR } P_{ji} = 1$, 则表示节点 i, j 之间发生了故障。

2.3 FTU 功能

FTU 功能包括遥信遥测功能、事件记录和上报功能、保护和闭锁功能、远方控制闭锁与手动操作功能、电度采集功能等等。具体可根据需要通过软件设定使用。另外, FTU 还应有抗恶劣环境的能力, 比如雷电、防雨防湿、防风沙、防振动、抗电磁干扰等。

2.4 合闸过程中的励磁涌流

和变压器保护一样, 馈线自动化也会遇到励磁涌流的问题。这是因为线路合闸时, 由于相当数量的配电变压器挂在线路上, 从而使线路电流比额定电流大。根据合闸瞬间的相角不同, 励磁涌流的大小也有差异, 最大时可达配电变压器的额定电流之和的 6~8 倍。在投入并联补偿电容器时, 也会遇到类似的问题。也如变压器保护一样, 可采用二次谐波制动, 来区分故障和正常合闸。当然, 在变压器保护中使用的其它制动方式, 如波形判别也可考虑使用。另外, 也可利用馈线保护的的特殊性, 如利用各段 FTU 的电流电压值来进行综合判断。这是一个很值得研究的问题。

2.5 单相接地判断

我国的配电网是小电流接地系统, 发生单相接地后允许运行 1~2h。但却会威胁另外两相的绝缘, 应尽快查到接地区段并加以排除。

若从零序电流的大小来判断往往不可靠, 因为负荷不平衡也可造成零序电流很大。实际上可从零序电流突变量分析。即接地区段可定为最后一个有零序电流突变的开关和第一个没有零序电流突变的开关之间的区域。

3 长沙实例分析

3.1 配网现状

长沙市是湖南省省会, 其售电量历年居全省首位, 且逐年增长。截止到 1999 年底, 向长沙市供电的配电网有 10kV 配电线路数百条, 长数千公里。

配电网河西部分是发展重点之一, 高科技软件园、信息产业基地、岳麓山高校科技园均位于河西区域, 该区域未来 10 年内经济生产总值将会占长沙市的很大一部分比例。因此需对河西配电网进行馈线自动化建设, 以提高其供电可靠性。

3.2 配网系统存在的问题

配网改造结束后, 配电网将会很庞大, 结构复杂, 原有的手工管理已不满足现代化大容量配网的管理要求。另外, 配网设备的大量增加, 负荷的迅速增长, 用户对供电的要求日趋提高, 导致配电网信息量非常巨大, 管理复杂、具体。目前长沙配网仍是被动满足用户的需求, 要求建立配电管理系统, 快速适应这些新的变化。

负荷管理系统也需改进。系统缺乏对用户的负荷情况的管理手段。数据的共享性比较差, 比如用电系统对用户基本数据的共享, 配网运行状态的共享等。

原用电营业系统设计功能相当一部分未使用, 缺乏标准性和通用兼容性。由于近两年城网改造力度加大, 配网结构变化很大。这使许多信息需重新定位录入。

另外, 用户需要更高的供电质量。故与供电质量相对应的功能应在系统中加以体现。如谐波分析(实时和后台)、质量评估、供电故障事件记录。应进行相应的理论准备工作。国外在这方面研究得比较成熟, 可以借鉴并加以吸收应用。

3.3 发展 DMS 系统的思路

根据长沙现有配电网的特点, 建设发展 DMS 系统应严格符合全局整体信息系统发展规划要求。基本思路是:

- (1) 明确发展规划
- (2) 建设主站系统和部分应用子系统
- (3) 和现有配电应用子系统有机集成
- (4) 实施一个或几个供电区域的馈线自动化

3.5 馈线自动化的设计和要求

馈线自动化终端应具有以下具体的性能特点:

(1) 具有故障信号捕捉的能力, 根据各馈线 FTU 的电流量, 可用矩阵法实现配电线路的故障自动隔离和非故障区段恢复供电。

(2) 单相接地故障定位。

(3) 如前所题, FTU 应具有谐波分析和故障录波功能。不仅可分析稳态谐波(包括各整次谐波幅值和基波含量以及波形畸变程度), 也可分析暂态波形, 这包括暂态干扰的准确定位(确定干扰开始和结

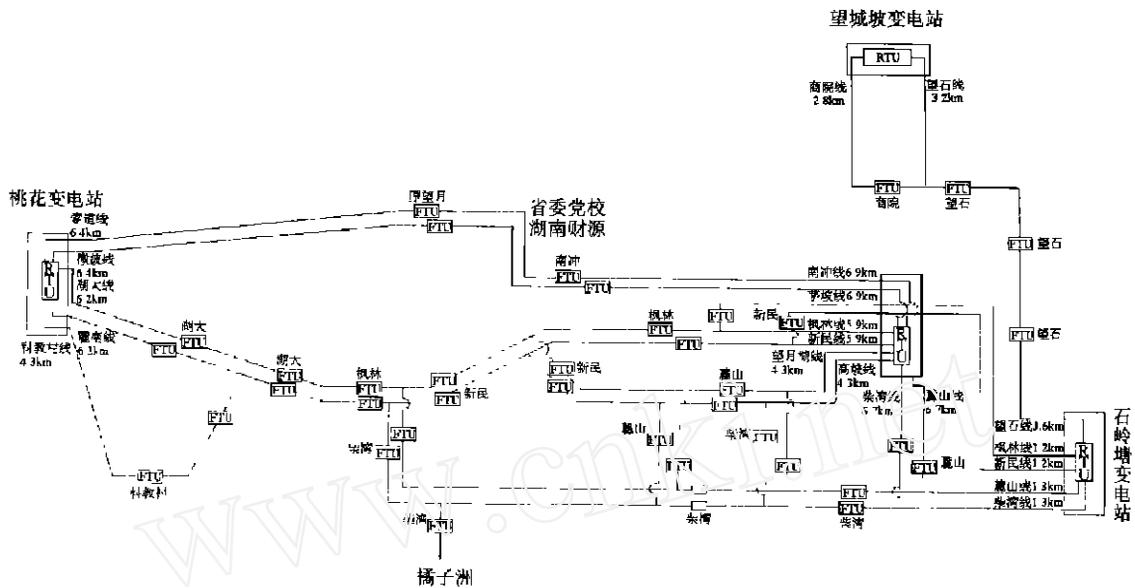


图4 FTU配置实例图

束的时刻)、干扰分类、干扰的严重程度(各种干扰指标的计算)。

(4) 适于户外安装,可防磁、防震、防雷。

(5) 能以双侧电源供电,采用在线蓄电池供电系统。

配电变压器 TTU 数据采集终端适用于城区配电变压器监测。它应具有以下功能:

(1) 对配电网中一次设备可实现 1 回线路的监控功能。

(2) 对配变运行工况进行监测。

可采集油温、压力等直流量,为设备故障监测提供依据。

FTU 和 TTU 都应具有通信功能,即采集的各种数据可上传到主站,也可接受主站下达的各种指令。

3.4 安装实例

如图 4 所示,桃花变电站、望城坡变电站、石岭塘变电站、桐梓坡变电站分别安装了一个 RTU,各线路根据居民密集程度和工业区的分布装设了多个 FTU。比如,桐梓坡附近有一片高科技开发区,是企业和工厂集中的地方,而且附近还有大片的住宅区。所以,这一带 FTU 较为集中。另外一个是新民和麓

山交界处,及荣湾镇,桔子洲,湖南大学一带,不仅有繁华的商业区,还有汽车站,大中小学等用户,故这一带也安装了相当数量的 FTU。另外,如果 FTU 还作为对整个网络状态监测和各种指标的评估,则不仅要考虑到正常运行情况,还要估计网络结构发生变化时 FTU 的配置。

4 结论

本文简单描述了配电自动化系统的原理,对其中的馈线自动化作了详细的说明。结合长沙配网现状,提出了逐步实现配网自动化的步骤。用示例说明了 FTU 的安装原则。本文对实现配网自动化有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 刘健,等. 配电自动化系统. 中国水利电力出版社, 1998.

收稿日期: 2000-09-18

作者简介: 杨立付(1962-),男,在职硕士研究生,研究方向为配网自动化; 刘沛(1944-),女,教授,博士生导师,研究方向为继电保护及变电站自动化。

Discussion on a practical scheme of feeder automation

YANGLI-fu, LIU Pei

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: A simple description of Distribution Automation System(DAS) and Feeder Automation(FA) is given in this paper. Composition, properties, requirements and fault location algorithm of FA are introduced and analyzed in detail. Feasibility of the FTU installment is analyzed by a practical example.

Keywords: DAS; FA