

## 地区电网主设备故障自动转供电系统的研究与应用

林思豪 林杰

国网福建省电力有限公司厦门供电公司, 福建 厦门 361000

**[摘要]** 电网重大事故情况下需要对负荷转移以限制主设备的超载, 目前惯用方式是人工分析决策电网转电方案, 并通过遥控操作甚至由变电运行人员就地操作等手段实现, 以上过程花费较多时间, 主设备将承受较长时间的超载, 过长时间的主设备超载可能导致主设备的损坏, 进而导致电网停电甚至电网崩溃, 因此需要凭借自动化手段在线实时实现快速转电, 避免人工处理造成的时延。本项目从实用性角度出发, 针对故障发生后调度监控人员按照惯用方式人工进行处理速度慢、效率低的特点, 率先研发了地区电网主设备故障自动转供电系统, 实现故障的处理由目前的“人工分析型”上升为“自动智能型”, 有效提高调度运行人员驾驭电网的能力, 保障系统安全, 缩短事故处理时间, 提高供电可靠性

**[关键词]** 地区电网故障; 研究; 自动转供电

DOI: 10.33142/sca.v4i6.5066

中图分类号: TM732

文献标识码: A

### Research and Application of Automatic Power Supply System for Main Equipment Fault in Regional Power Grid

LIN Sihao, LIN Jie

Xiamen Power Supply Company of State Grid Fujian Electric Power Co., Ltd., Xiamen, Fujian, 361000, China

**Abstract:** In case of major power grid accidents, it is necessary to transfer the load to limit the overload of the main equipment. At present, the usual way is to manually analyze and decide the power grid power transfer scheme, and realize it by means of remote control operation or even local operation by the substation operators. The above process takes a lot of time, and the main equipment will bear the overload for a long time. The overload of main equipment for a long time may lead to the damage of main equipment, and then lead to power outage and even power grid collapse. Therefore, it is necessary to realize fast power transfer online and in real time by means of automation to avoid the time delay caused by manual processing. From the practicality point of view, aiming at the characteristics of slow and low efficiency of manual operation by dispatching and monitoring personnel after the occurrence of failures, the project has pioneered the automatic switching power supply system of the main equipment of the regional power grid, and has realized the fault processing from the current "manual analysis" to "automatic intelligence", effectively improving the ability of dispatching operators to control the power grid, ensure system safety, shorten accident handling time and improve power supply reliability.

**Keywords:** regional power grid fault; research; automatic switching to power supply

#### 1 依据标准

- DL/T 5136-2001 《电力系统调度自动化设计技术规程》
- DL 5002-91 《地区电网调度自动化设计技术规范》
- GB/T 13730-1992 《地区电网数据采集与监控系统通用技术条件》
- DL/T890 《能量管理系统应用程序接口(EMS-API)》
- Q/GDW Z 461-2010 《地区智能电网调度技术支持系统应用功能规范》
- 《电力系统安全稳定导则》
- 《电力系统技术导则》
- 《全国互联电网调度关联规程(试行)》
- 《电力企业计算机管理信息系统建设导则(试行)》
- 《软件开发规范》 GB8566-88
- 《国际标准软件文档编制规范》 1998 国家标准出版社
- 《电力部电力行业计算机管理信息系统技术规范》
- 《电力部电力行业计算机管理信息系统可行性分析规范》
- 《电力部电力行业计算机管理信息系统总体设计规范》

《中国电力信息中心-电力企业计算机管理信息系统实用化验收导则》  
《计算机安全标准-计算机系信息系统安全专用产品分类原则》  
《信息安全等级保护管理办法(试行)》中的第三级以上要求  
《福建电网调控一体技术支持系统管理规定》

## 2 具体研究内容

### 2.1 故障在线监测

故障定位的目标是剔除无用信息,准确地定位故障点。常规方式下,这一过程是由有经验的运行人员来进行的。本系统以地区主网调控一体系统平台为基础,自动对开关遥信变位、遥测数据变化进行逻辑化、条理化、有效化分析,实现对地区电网故障在线监测。

### 2.2 主网转供电策略自动生成

电网重大事故情况下往往需要对负荷转移以限制主设备的超载,目前惯用方式是人工分析决策电网转电方案,并通过遥控操作甚至由变电运行人员就地操作等手段实现,以上过程花费较多时间,主设备将承受较长时间的超载,过长时间的主设备超载可能导致主设备的损坏,进而导致电网停电甚至电网崩溃,因此需要凭借自动化手段在线实时实现快速切荷,避免人工处理造成的时延。本系统采用递进式主网重构技术确定恢复路径,用潮流和灵敏度计算作为恢复控制手段,在此基础上自动生成以主网开关遥控为手段的转供电策略。

### 2.3 复合式串并行遥控

地区电网主设备故障自动转供电策略具有非常强的时效性。也就是说在此情况下,转供电策略的执行时限非常严格,同时转供电策略应当避免操作过程中造成设备过载。因此,本系统采用分轮次、包含反馈解锁逻辑的复合式串并行遥控方式遥控地区主网开关,提高了执行的效率,保证了执行的时限和电网运行的安全性。

### 2.4 满足实时性要求的灵敏度算法

灵敏度算法可以有效解决预防控制问题。根据灵敏度计算的结果,就可以知道转供电策略对于支路电流及潮流输送断面的影响程度,当发现支路电流或潮流输送断面接近限值或重载时,进行必要的调整,从而避免因转供电策略调整引起潮流过载程度恶化,并采取一定的措施进行预防控制。

### 2.5 实时态和模拟态两种模式

为了满足应用需求,系统支持实时态和模拟态两种模式,并且双“态”共享电网模型,双“态”的应用界面统一。实时态满足电网故障实时监视、控制和管理的需要;模拟态支持对历史数据、实时数据和预想数据的电网故障模拟分析研究。

### 2.6 故障误报漏报处理

由于站端装置故障而引起信号的误报或者漏报,会严重干扰调度员的日常工作,造成故障无法及时处理,给电网运行带来了安全隐患。本系统采用多线程故障防误防漏措施,保证故障辨识的准确性,避免因单一条件触发系统进行自动转供电分析而影响转供电策略的合理性、可靠性。

### 2.7 嵌入式人机界面

将故障分析诊断的结果合成到调控一体系统人机界面中,实现在统一的界面下,实时数据、事项、故障分析诊断结果信息的综合展示。

### 2.8 系统稳定性保障

地区电网主设备故障自动转供电功能软件采用内存库动态监视技术,实现对关键的进程进行监控,异常状况下可重启关键进程,保证了系统运行的稳定性和可靠性;采用线程池技术,通过管理线程来实现对各工作线程的睡眠、唤醒、执行任务等状态的管理,保证故障诊断分析计算快速、高效。

### 2.9 高性能计算的研究

本项目在故障计算部分采用了高性能计算技术来提高计算效率,构建了计算机集群。

## 3 系统总体设计

### 3.1 系统硬件结构

系统整体设计基于厦门地区主网调控一体系统平台,因此硬件和网络均可以与调控一体系统现有的资源共用。

系统服务器：SCADA 服务器和历史服务器用于存放系统的描述数据库、实时历史数据，以及保证各个工作站同步。PAS 服务器用于运行高层运用各相关功能软件。转供电服务器用于运行故障自动转供电系统相关功能软件。其他工作站通过网络连接到服务器，得到所需的信息。

操作工作站：由调度监控人员使用，完成人机操作各项工作。

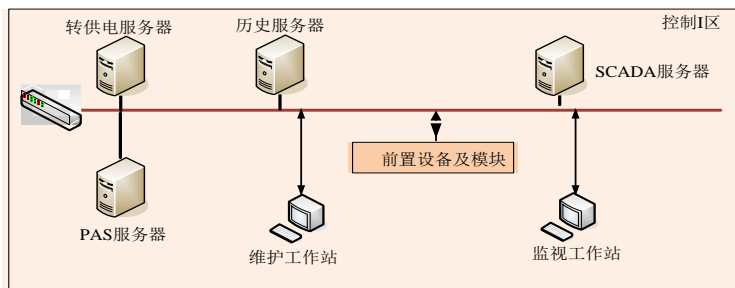


图1 系统硬件结构

### 3.2 系统数据来源

地区主网调控一体化系统电网模型和所采集的实时数据，展现了电网运行的当前状况，除电网监视外，需要进一步进行数据挖掘，更多的为具体电力生产工作提供服务。本系统正是在地区主网调控一体化系统的实时数据之上，形成具备故障在线智能辨识、自动生成主网转供电策略、复合式串并行遥控的一体化平台。除获取调控一体化系统电网实时数据之外，实现了和调控一体化系统一体化建模、一体化界面的应用模式，增强系统的可维护性，降低操作的复杂度。

### 3.3 系统应用软件体系结构

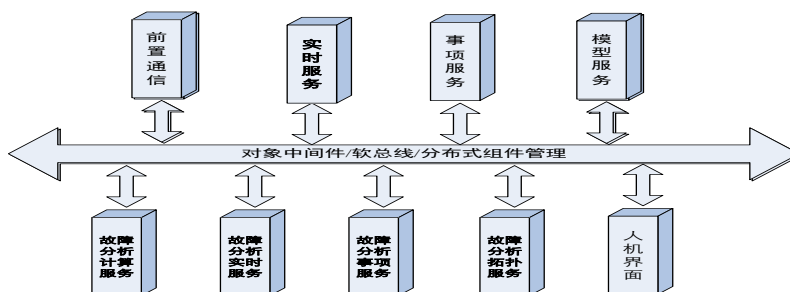


图2 系统应用软件体系结构

前置服务—与变电站自动化系统远动机通信，采集电网中断路器、保护动作遥信、SOE、变电站微机保护软报文信息；  
事项服务—与前置服务通信，为故障分析诊断服务提供事项；  
实时服务—与前置服务通信，为故障分析诊断服务提供实时数据；  
模型服务—为故障分析诊断服务提供电网模型信息；  
故障分析计算服务—实现电网在线故障分析和诊断功能；  
故障分析实时服务—提供故障仿真所需的实时数据；  
故障分析拓扑服务—实现自动的网络着色功能：对不带电的网络用暗色表示，带电部分用明亮颜色显示；  
故障分析事项服务—实现故障仿真时各步骤操作事项显示功能；  
人机界面—与故障分析诊断服务通信，获取并展示故障分析诊断结果。

### 3.4 系统软件平台

系统服务器安装的是 Unix 操作系统，操作工作站安装 Windows-XP 操作系统；支撑数据库：Oracle。

### 3.5 系统整体功能模块

- 故障自动转供电分析计算模块
- 故障自动转供电分析实时服务
- 故障自动转供电分析事项服务
- 故障自动转供电分析拓扑服务
- 模拟态和实时态的潮流计算功能

和调控一体系统的实时数据接口功能  
和调控一体系统基于 IEC61970 电网模型的转换功能  
各种系统维护工具

## 4 系统软件功能

### 4.1 故障自动转供电分析计算模块

以地区主网调控一体系统平台为基础,通过在线实时监测开关位置变化、遥测数据变化,对信号综合进行逻辑化、条理化、有效化分析,结合递进式主网重构技术,实现在地区电网主设备故障引起设备过载的情况下,在线智能识别故障元件,自动生成主网转供电策略,并通过复合式串并行遥控方式来快速消除或限制主设备的过载,保证电网主设备的安全运行。

### 4.2 复合式串并行遥控功能

通过对串行遥控和并行遥控进行对比,在地区电网主设备故障后自动生成的转供电策略按照分轮次、包含反馈解锁逻辑的复合式串并行遥控方式遥控地区主网开关,提高了执行的效率,保证了执行的时限和事故处理的安全性。

### 4.3 模拟故障信号发送模块

通过“模拟故障信号发送模块”设置保护动作、开关变位信号、遥测数据变化,模拟电网故障时调控一体系统发送的保护动作事项信息和开关变位事项信息,对在线故障分析诊断功能进行仿真测试。

### 4.4 仿真变电站模块

模拟地区电网主设备故障发生后造成设备过载,自动生成的转供电策略分轮次、包含反馈解锁逻辑的复合式串并行遥控可通过“仿真变电站模块”离线仿真测试。

### 4.5 事项监视模块

事项监视模块可以查看故障诊断历史事项,也可以监视实时事项。通过过滤设置,可以查看和监视指定的事项。可以根据厂站,电压等级等多种过滤条件本地过滤事项。支持事项打印。

### 4.6 事故追忆功能

为了使调度运行人员对电网故障有全维度的认识,可通过“事故追忆功能”反演事故过程。

### 4.7 智能分析界面

“智能分析界面”主要用于显示故障诊断分析后的分析结果,包括:停电范围分析(停电设备及范围,包括厂站、变压器、线路、线路分段和重要用户等),供电风险分析(常见风险和自定义风险),负荷转供分析(显示故障元件及转供电策略)。

### 4.8 故障诊断结果查询功能

通过“故障诊断结果查询”功能可对分析结果的历史数据进行查询,主要包括:故障诊断方案、接收故障事项、故障分析过程。

## 5 结论

本项目从实用性角度出发,针对故障发生后调度监控人员按照惯用方式人工进行处理速度慢、效率低的特点,率先研发了地区电网主设备故障自动转供电系统,实现故障的处理由目前的“人工分析型”上升为“自动智能型”,有效提高调度运行人员驾驭电网的能力,保障系统安全,缩短事故处理时间,提高供电可靠性。主要创新点是:

(1) 通过在线监测,智能辨识地区电网主设备(220kV 主变或线路)故障引起的设备过载,并采用递进式主网重构技术同步自动生成以主网开关遥控为手段的转供电策略。

(2) 以地区主网调控一体系统平台为基础,研发具备故障在线智能辨识、自动生成主网转供电策略、复合式串并行遥控、双态模式灵活切换、多线程防误防漏等功能于一体的解决方案。

(3) 地区主网转供电策略的执行采用包含反馈解锁逻辑的复合式串并行遥控方式对地区主网开关进行分轮次遥控,达到快速消除或限制主设备过载的目的。

### [参考文献]

[1] 蒋秀. 地区电网故障恢复系统的自动实现方法及应用研究[J]. 数字技术与应用, 2010(10):2.

[2] 申承俊. 智能配电网故障处理自动化技术探讨与研究[D]. 江苏: 东南大学, 2016.

作者简介: 林思豪(1989-)男,毕业于国网电力科学研究院,学历,硕士研究生,专业,电气工程及其自动化。