

# 虚拟变电站技术探讨

洪天, 李卫国, 凌永华  
(黄山供电公司, 安徽 黄山 245000)

摘要: 提出了虚拟变电站的概念, 并分析了虚拟变电站的硬件组成、软件结构及工作原理, 分析了实现虚拟变电站技术所面临的主要问题。探讨了虚拟变电站技术在实现多座变电站间备用电源自动投入中的应用前景。

关键词: 虚拟变电站; 光纤通信; 微机保护; 备用电源自投装置

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2005)12-0069-03

## 0 引言

近几年电网改造加强了输电网络建设, 同一个供电区域基本实现主备电源供电方式, 为了实现主备电源自动投切, 目前采取的技术是利用备用电源自投装置(以下简称备自投), 通过对接入的电流、电压及断路器位置等信号进行处理和逻辑分析, 然后对断路器进行分合控制。对于简单输电网络这样的备自投装置能够满足应用需求, 但是电网改造后的输电网络比较复杂, 有些输电网络主备电源自动投切无法实现(如图 1、图 2 所示的均是比较典型的串供输电线路网络), 采用图中运行方式时一旦 G 点发生永久故障, 变电站 C 无法判断变电站 B 的 DL3 断路器是否跳开, 因此变电站 C 的 DL1 断路器不能自动投入以恢复变电站 B 的供电。

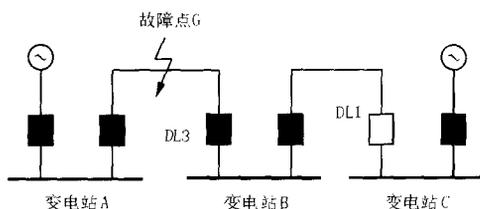


图 1 比较典型的串供线路网络 1

Fig 1 Typical series power transmission network one

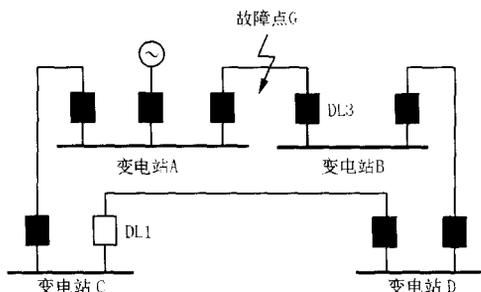


图 2 比较典型的串供线路网络 2

Fig 1 Typical series power transmission network two

如何解决上图中类似的运行方式下备用电源自动投入问题呢? 目前普遍采用的方法是利用收发机或其它通信接口装置实现保护逻辑信号的远传, 从而实现远方备用电源自动投入功能。采用这种方法具有明显的局限性: 适用的电网接线方式有局限; 保护逻辑复杂; 各站均需安装备自投装置, 采集信息量多, 接线复杂且造价高。

## 1 虚拟变电站的概念

现有的数字式备用电源自投装置有以下基本特点:

- 1) 其基本结构包括交流采集插件、CPU 插件、逻辑及跳闸插件、人机对话插件和电源插件等, 它们对模拟信号和位置信号进行采集、转换和判断。
- 2) 要解决不同变电站备用电源的自投问题必须增加信号远传接口设备, 更改保护逻辑判断装置。
- 3) 由于现有的数字式备用电源自投装置采集的电流、电压、信号等数据中有很多已经在其它保护及测控装置中实现采集处理, 这样就出现了不必要的信息采集重复。因此, 本文提出虚拟变电站的概念: 通过光纤通信网络将不同地区、不同变电站的不同保护、测控装置连接在一起, 组成一座逻辑相关的虚拟变电站, 通过虚拟变电站支持系统对各个变电站已有的测控、保护装置的数据进行逻辑分析, 并通过这些装置实现电网故障自动处理。

## 2 虚拟变电站的基本结构分析

### 2.1 工作原理及硬件结构

从硬件结构方面考虑, 虚拟变电站应该具有图 3 所示的基本结构。虚拟变电站支持系统通过光纤通信设备连接变电站保护通信网络, 从保护装置和测控装置中采集测量数据、状态数据和保护信息, 并且将变电站 A、变电站 B 等多座变电站的相关数据

加以逻辑比较和判断,最终通过保护装置和测控装置实现断路器的分合操作。

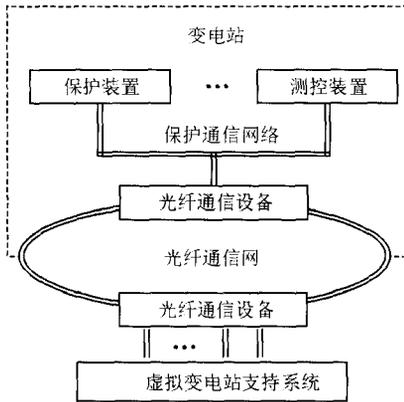


图 3 虚拟变电站结构示意图

Fig 3 Schematic diagram of the virtual station structure

## 2.2 软件功能及结构

虚拟变电站支持系统的功能主要通过软件实现,在软件设计中应具备以下基本功能:

1) 通道检测:通过对光纤通道及设备的检测实现通道故障告警及自动闭锁功能。

2) 数据采集及分析:通过对测量数据、状态数据、保护信息的综合分析发现 PT断线、CT开路、状态出错等运行故障,并发出告警信号。

3) 备自投方案定制:允许用户按照电网具体结构定义不同的备自投逻辑。

4) 备自投逻辑分析及跳合闸:按照用户的方式定义对采集数据进行逻辑分析并将跳合闸命令传送到变电站保护和测控装置,实现备用电源的投切。

5) 系统自检和自恢复:对虚拟变电站支持系统进行自检,并实现故障时的自恢复。

6) 要实现以上功能,虚拟变电站支持系统软件结构示意图如图 4所示。

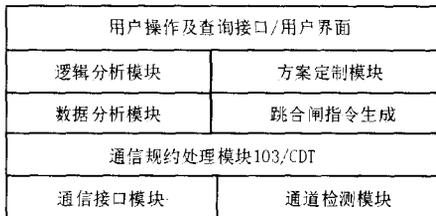


图 4 系统软件结构示意图

Fig 4 Schematic diagram of the software structure

## 3 虚拟变电站技术面临的问题

虚拟变电站技术依赖于通信技术特别是光纤通信技术的发展,依赖于微机保护技术的提高,现阶段

实现虚拟变电站技术还面临一些需要思考的问题。

### 1) 通信设备是否可靠?

采用光纤通信抗干扰性能好,但光传输设备和光接入设备的稳定性、可靠性是否满足继电保护可靠性的要求?

### 2) 如何确保虚拟变电站支持系统软件稳定运行?

虚拟变电站支持系统软件要处理通信规约、数据分析、备投方案定制等多项任务,还要确保信息处理的及时性、准确性,因此能否确保虚拟变电站支持系统软件稳定运行是实现虚拟变电站技术的关键。

### 3) 如何提高系统的响应速度?如何确保装置可靠动作?

虚拟变电站支持系统的正常工作需要经过站间的光纤通信和站内的 RS485 或 TCP/IP 网络通信,这些通信过程都伴有信息延时,同时虚拟变电站支持系统本身的数据逻辑分析也需要时间,这样能否确保系统的响应速度呢?

## 4 虚拟变电站技术比较

和数字式备用电源自投装置相比,采用虚拟变电站技术不需要重复采集相关的电流、电压数据和状态信息而直接和微机保护装置、测控装置采用网络通信,利用这些装置采集的数据进行逻辑分析,并且通过这些装置实现断路器的跳合操作。因此采用虚拟变电站技术实现备自投功能所需的设备投资省。

虚拟变电站技术充分使用了现有光纤通信网络的资源,突破了常规备自投装置受变电站限制的局限,可实现复杂电网的多座变电站间远方备用电源自动投入功能。

采用虚拟变电站技术实现的备自投系统利用软件对备自投方案进行定制,因此方案配置灵活,能够满足不同电网结构的应用需求。

## 5 结论

虚拟变电站技术是对变电站综合自动化技术、光纤通信技术和网络技术高度发展背景下的技术设想。它以变电站保护、测控信息网络为基础,以高速、稳定、可靠的光纤通信为纽带,以虚拟变电站支持系统为核心实现多座变电站保护、测控信息的综合分析和故障处理。如果能够较好地解决该技术面临的一些问题,虚拟变电站技术能够在各种复杂的电网故障自动处理中发挥重要的作用。

在实际的应用中,我们已经采用三座变电站微机备用电源自投装置通过网络互联实现远方备用电源自动投入的方案,实际运行中已经先后两次正确动作,取得显著成果。

#### 参考文献:

- [1] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理 [M]. 北京:中国电力出版社,1994.  
HE Jia-li, SONG Cong-ju Principle of Power Relay[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1994.
- [2] 凌永华,李卫国. 110 kV 远方备用电源自动投入装置的研制及其应用推广 [J]. 继电器, 2004, 32 (8): 73-76  
L N G Yong-hua, L I W ei-guo Application of the Remote Auto-swith-in Device of Stand-by Power Supply [J]. Re-

lay, 2004, 32 (8): 73-76

- [3] 张金菊. 光纤通信原理 [M]. 北京:中国人民大学出版社, 2000.  
ZHANG Jin-ju Principle of Optical Communication [M]. Beijing: Remin University of China Press, 2000

收稿日期: 2004-11-20; 修回日期: 2004-12-13

#### 作者简介:

洪天 (1964 - ),男,工学硕士,高级工程师,从事继电保护、输变电运行、检修技术研究和电力企业管理工作;

Email: htchs@sina.com

李卫国 (1971 - ),男,工学学士,高级工程师,从事调度自动化工作;

凌永华 (1974 - ),男,大专,从事继电保护和变电检修管理工作。

### Discussion on the technology about virtual station

HONG Tian-xin, L I W ei-guo, L N G Yong-hua

(Huangshan Power Supply Company, Huangshan 245000, China)

**Abstract:** This paper presents the conception of virtual station. The hardware constitute, software structure and their principles are analyzed. The main problems of virtual station are put forward. The future application of virtual station among substations of auto-switch-in device of stand-by power supply is discussed.

**Key words:** virtual station; optical fiber communication; microcomputer relay; auto-switch-in device of stand-by power supply

## AREVA 与清华大学加强合作, 扩大输配电研究中心

AREVA 输配电部和清华大学于 2005 年 5 月 31 日上午在清华校园里庆祝输配电研究中心的开幕。

当天下午和 6 月 1 日双方在校园内举办联合学术报告会。20 余名清华大学教授和 AREVA 专家报告了输配电领域里的最新发展。近百名来自工业及学术界的领导、专家、研究生出席了报告会,并参加了研讨。

这个研究中心旨在开发输配电领域的最先进技术。它将把中心研究的理论和技术用于新产品的开发。

这个双赢的合作项目充分利用了名校清华的研究实力,和 AREVA 输配电公司世界级的技术和经济优势。AREVA 输配电将通过这个中心为中国电力市场量身订做产品,并支持公司对客户长期服务的承诺。清华大学也将通过这个中心,增强其在国际电力领域的研发地位。

中心将同时或相继进行多个项目。在清华研究基础理论,在 AREVA 输配电制造厂实践,最终由国际权威机构认可。

中心的所有课题将集中放在输配电领域的重点项目,既要考虑 AREVA 公司的持续稳定发展,又要考虑中国市场的长期需要。

将来的合作将延伸到超高压直流和超高压交流输电技术方面。

AREVA 输配电和清华大学已经在继电保护方面成功合作了几年。双方的第一个合作协议在 2000 年 10 月签订,并在 2003 年 7 月 28 日成立了该领域的研究中心。

2004 年 10 月,双方都表达了共同的愿望,把合作范围扩大到输配电的所有领域,并于 2005 年 3 月达成协议。