

# 对变电站实现程序化操作的探讨

黄文韬

(广东电网公司广州增城供电局, 广东 增城 511300)

**摘要:** 介绍了变电站程序化操作的概念以及其优点和作用, 提出了实现变电站程序化操作对变电站设备的要求, 并对广州增城供电局 110 kV 三江数字化变电站的程序化操作实现模式进行了分析。根据工程建设和设备实际运行经验, 提出了程序化操作在操作的安全性、灵活性和高效性等方面的解决方案, 总结了程序化操作的运行维护管理办法, 展望了变电站程序化操作的发展前景。

**关键词:** 变电站; 程序化操作; 监控系统; 微机五防系统

## Discussion on the implementation of sequencial control in substations

HUANG Wen-tao

(Guangzhou Zengcheng Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Corporation, Zengcheng 511300, China)

**Abstract:** The concept of sequencial control and its benefits and effect for realizing sequencial control are proposed. The demands for substation equipment in realization of sequencial control in substations are raised. Analysis on the pattern of sequencial control in Sanjiang 110KV digital substation in Zengcheng Power Supply Bureau is described. A solution for the secure, flexible, and efficient operation of the sequencial control is introduced, based on the actual engineering construction and operation. The operation and management rules are summarized. At the end, the development prospect of the sequencial control in substations is estimated.

**Key words:** substation; sequencial control; monitor and control system; intelligent error correction operation system

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)22-00100-04

## 0 引言

变电站程序化操作是指利用变电站自动化系统中的程序化控制程序或模块对变电站传统操作票和操作程序进行描述, 结合完善的防误操作闭锁逻辑, 通过变电站自动化系统服务器、测控装置、通信装置进行变电站电气一次、二次设备的自动控制, 从而实现对应间隔设备的倒闸操作。变电站程序化操作技术是数字化变电站的重要组成部分, 广州增城供电局在 2007 年 110 kV 三江站数字化变电站改造工程中对程序化操作进行了试点工作, 实现了全站电气一次设备的程序化操作。该工程对程序化操作的实现模式积累了一定的建设经验和运行经验, 本文拟对有关情况进行分析总结, 并对程序化操作在技术和管理的多个层面进行探讨。

## 1 变电站规模

三江变电站原为配置电磁型保护装置基于 RTU 形式的无人值班变电站, 建设方案在原站基础上进行改造, 建设规模为两台 110 kV 两卷变压器的

终端变电站, 110 kV 接线为线路-变压器形式, 两回 110 kV 线路分别供电至两台变压器, 10 kV 接线为单母分段, #1 变压器 10 kV 侧为单分支, #2 变压器 10 kV 侧为双分支, 预留终期规模连接#3 变压器, 本期 10 kV IIA、IIB 段母线暂时连通, 两段 10 kV 母线分别设 12 回馈线及 2 回电容器, 在两主变低压侧各配置一台接地变, 构成 10 kV 小电阻接地系统 (见图 1)。

## 2 实现变电站程序化操作的要求

### 2.1 对一次设备的要求

1) 参与程序化操作的一次设备需要实现电动操作。要求参与程序化操作的一次设备包括断路器、隔离刀闸、接地刀闸、断路器手车等均需配备电动操作机构以实现电动操作。

2) 一次设备要具有较高的可靠性。实施程序化操作, 需要综合考虑操作的正确性和操作成功率两个方面。操作的正确性涉及到变电站的安全运行, 需要重点关注。一次设备辅助触点位置与一次设备实际位置的严格对应, 并可靠耐用, 是保证程序化

操作正确性和操作成功率的关键因素。

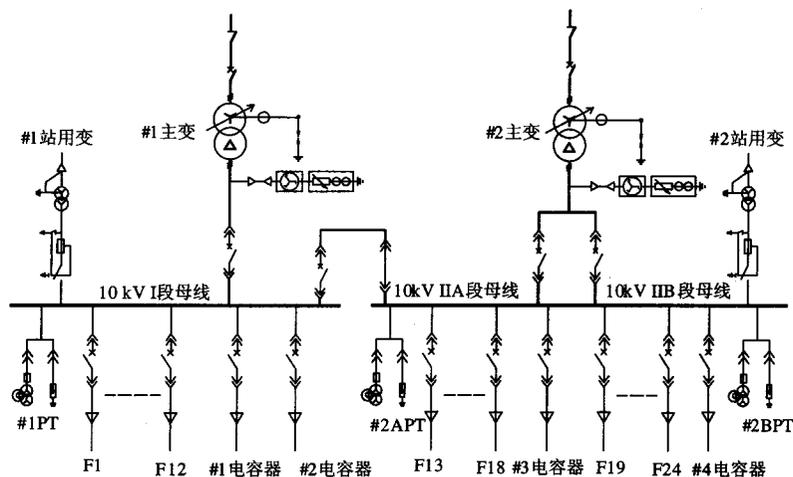


图1 变电站一次接线图

Fig.1 Single line diagram of the substation

## 2.2 对变电站内二次设备的要求

1) 参与程序化操作的二次设备要求稳定、可靠。要求参与变电站程序化操作的二次设备稳定、可靠运行。一方面能够按照程序化操作票的操作顺序正确发出控制信号，同时确保一次设备状态的采集准确无误。

2) 需具备一定的容错措施。由于一次设备存在一定的不可靠因素，二次设备在设计过程中需要考虑一次设备发生异常时的情况并具备一定的容错措施，确保当一次设备返回状态信息与一次设备实际状态不一致时不出现误操作。

3) 保护设备实现保护功能的自动投退。在变电站内实施程序化操作过程中需要保护设备能够提供与硬压板相对应的软压板，通过软压板的远方投退达到投退保护功能的目的。

## 2.3 对变电站监控系统的要求

1) 具备完善的系统软件及软件系统。系统软件应具有成熟的实时多任务操作系统和完整的自诊断程序，软件系统的功能可靠性、兼容性及界面友好性等指标满足系统要求，软件支持用户开发新功能，开发后的软件能在线装入系统。

2) 具备程序化操作系统或操作模块。变电站程序化操作功能由变电站自动化系统中的程序化操作程序或模块实现，因此，监控系统必须配置程序化操作系统或操作模块，通信协议具备保护定值的传输和修改功能。

3) 具备与微机五防系统通信功能。监控系统必须是一个开放系统，可通过相应的通信接口与微

机五防系统进行通信，实现程序化操作与微机五防的联锁功能，以保证程序化操作的安全性。

变电站一、二次设备达到了上述的条件后就具备了实施程序化操作的基础，一般情况下，常规的综合自动化变电站和数字化变电站都能实现程序化操作，数字化变电站一、二次设备的自动化水平更高，实施程序化操作的条件更加成熟，应用的程度和范围更深、更广。三江站数字化变电站改造的设备条件相当优越，提供了一个非常适合尝试变电站程序化操作的契机。

## 3 程序化操作实现模式的分析

### 3.1 变电站一、二次设备的配置

三江站的110kV及10kV一次设备(含110kV断路器、隔离刀闸、接地刀闸及10kV开关柜的断路器手车、接地刀闸)均配备电动操作机构，能实现电动操作。10kV馈线和电容器保护装置就近安装在开关柜上，且配备程序化操作模块，可将该间隔的程序化操作逻辑固化在保护装置上，接收程序化操作系统发送的程序化操作指令后即可由保护装置控制完成操作任务。主变间隔一次设备的操作通过主变测控装置接收程序化操作系统的单步指令后控制完成。

### 3.2 变电站监控系统的配置

变电站监控系统集成一套智能程序化操作系统，可任意编制多套程序化操作票，并配置一套独立的微机五防系统，微机五防系统通过RS-485接口与监控系统进行通信，交换一次设备的实时位置状态信息，实现信息共享。程序化操作系统在执行程

序化操作票过程中通过监控系统与微机五防系统进行信息交换,实现程序化操作过程中的五防联锁,从而提高程序化操作的安全性。

### 3.3 程序化操作的内容

程序化操作的内容包括:主变、10 kV母线、10 kV馈线和电容器开关间隔的停送电操作(包括一次设备的运行、热备用、冷备用、检修状态之间的互相转换)。对于只有一步的操作不在程序化操作系统中完成(如10 kV馈线断路器由运行状态转热备用状态),只需在监控系统按常规操作完成。设备转检修状态需进行验电的步骤,考虑到带电检测装置是否可靠的安全性问题,经安监部门考虑决定,不将检修状态列入程序化操作的内容。

### 3.4 程序化操作要考虑的问题

1) 保证程序化操作的连贯性。程序化操作是一个全自动的过程,操作过程中不需人工干预,为保证程序化操作的连贯执行,在编制程序化操作票时应考虑将整个操作过程可能出现的需人工干预的操作步骤(如:分、合操作机构操作电源空气开关,拆接临时接地线等)安排在程序化操作之前或之后执行,从而避免程序化操作过程非故障性的中断。

2) 保证程序化操作票的固定性。考虑到安全管理的问题,程序化操作票一经审核并经测试、验收合格投入使用后,不能随便更改,即使要修改也要经审批流程并重新测试、验收后才能使用,且运行中变电站难以有停电机会进行程序化操作测试工作,因此,程序化操作票应在初次使用前需经多方面慎重的考虑、认真地审核并测试,投入使用后要保证其固定性。

3) 程序化操作应能自动适应设备运行方式的变化。全站最复杂的程序化操作是10 kV母线的停电操作,如:10 kV I段母线由运行状态转为冷备用状态,需要将10 kV I段母线上的所有断路器断开并将断路器手车和#1PT手车、避雷器手车摇出,以及将#1站用变负荷开关断开,而实际运行时并非所有的设备间隔都在运行状态(有些可能在热备用状态,有些可能在冷备用状态),此时,程序化操作系统在执行程序化操作票时应能自动根据间隔设备各元件的实时位置判断其所处的状态,并恰当地跳过某些操作步骤(如:F6开关间隔原来已在热备用状态,则程序化操作执行到将F6由运行状态转冷备用状态时应能判断F6断路器已在分闸位置,从而跳过执行断开F6断路器这一步,转而执行摇出F6断路器手车的操作),从而保证安全、正确地完成整个程序化操作任务,否则面对各种运行方式的变化,程序化操作则无所适从,形同虚设。此外,对于10 kV母线

送电的程序化操作则需考虑实际送电馈线间隔的不确定性(可能由于某线路有工作导致该间隔不能同时送电,或由于以后新投运一些馈线等),编制程序化操作票时则只能考虑通过主变送电到10 kV母线的操作为止,具体到某条馈线的送电则考虑单独使用该间隔的程序化操作票来完成。

4) 编制常用的程序化操作票。编制程序化操作票应主要考虑日常操作中经常用到的操作任务,过于简单或不常用、非典型的操作任务可不考虑进行程序化操作,一方面可以避免出现过多的程序化操作票引起混淆,有利于安全运行管理,另一方面可以降低由于对运行方式考虑不周在进行非典型操作时所产生的风险。

5) 提高程序化操作的效率。为减少程序化操作对通信的依赖程度,提高执行效率和可靠性,10 kV馈线和电容器开关间隔的程序化操作逻辑固化在保护装置上,通过程序化操作系统发送程序化操作程序综合指令到保护装置实现程序化操作,程序化操作系统指令发出后不需等待该间隔操作机构状态返校,可继续发送操作指令到另一间隔进行操作,由该间隔的保护装置根据程序化操作逻辑保证安全地完成整个间隔的程序化操作任务。通过此方式,在10 kV母线停电操作任务的实际使用过程中,程序化操作系统无需长时间等待某馈线间隔断路器手车摇出的过程(约40 s),而继续执行下一间隔的操作任务,明显减少了倒闸操作时间,提高了倒闸操作的效率。

6) 程序化操作出现异常时的处理方法。①程序化操作过程中,变电站自动化系统发生事故或异常告警信号时,应自动停止程序化操作;②程序化操作过程中,变电站设备出现分、合不到位或未满足操作条件时,变电站自动化系统应自动停止程序化操作;③程序化操作中断后,若设备状态未发生改变,则在排除导致程序化操作停止的因素后,继续进行程序化操作;若设备状态已发生改变,则在排除导致程序化操作停止的因素后,进行常规操作。

### 3.5 程序化操作系统的管理

1) 程序化操作系统的运行维护责任。变电站程序化操作系统是变电站自动化系统的组成部分,其运行维护责任与变电站自动化系统一致,其建设和维护由自动化专业负责,程序化操作功能的验收和运行工作由变电运行专业负责。

2) 程序化操作系统的维护。①新增或改造程序化操作系统必须对变电站自动化系统进行系统调试和全面验收;②新设置和修改后的变电站程序化操作系统和操作票必须经过测试,经变电运行专业验

收合格后,方能实际使用,以免误控设备;③已经过变电站程序化操作测试的间隔设备,在测试完成后,不能擅自向程序化操作系统添加新的变电站程序化操作票,或对原程序化操作票进行修改,如需添加或修改变电站程序化操作票,应由自动化专业人员负责,经变电运行专业验收合格后,方能实际使用;④对变电站程序化操作功能未进行测试的间隔设备,其程序化操作票禁止下载到保护、测控装置中,不得使用变电站程序化操作功能进行倒闸操作,只能使用人工单步遥控操作。

#### 4 结束语

程序化操作在 110 kV 三江数字化变电站进行了试点,工程实践证明,在变电站电气一、次间隔设备的支持以及程序化操作系统在变电站自动化系统的拓展应用下,能有效地提高变电站自动化水平和电网运行的水平,可以明显地提高变电站电气倒闸操作速度和效率。在实际应用中,应在操作的安全性、对运行方式的灵活性和操作效率等方面对程序化操作进行全面的考虑,并依靠完善的运行维护管理制度,落实管理责任,才能保证程序化操作的有效、持续实施。在电力企业越来越注重提高工作效率的今天,程序化操作能有效地缩短对用户的停电时间,落实社会服务承诺,树立企业良好形象,

今后将会有良好的发展前景。

#### 参考文献

- [1] 张军涛.程序化操作在变电站自动化系统中的实现[J].中国高新技术企业,2007,(5):79-79,81.  
ZHANG Jun-tao. The Realization of Sequence Control for the Automation System in Substation[J]. Hi-tech Enterprise in China, 2007, (5): 79-79, 81.
- [2] 高翔.数字化变电站应用展望[J].华东电力,2006,34(8):47-53.  
GAO Xiang. Application Prospects of Digital Substations[J]. East China Electric Power, 2006, 34(8): 47-53.
- [3] 徐大可,赵建宁,张爱祥,等.电子式互感器在数字化变电站中的应用[J].高电压技术,2007,33(1):79-82.  
XU Da-ke, ZHAO Jian-ning, ZHANG Ai-xiang, et al. Application of Electronic Transformers in Digital Substation [J]. High Voltage Engineering, 2007, 33(1): 79-82.

收稿日期:2008-01-28; 修回日期:2008-04-24

作者简介:

黄文韬(1972-),男,高级工程师,从事继电保护运行管理工作。E-mail: huangwentao@gzpsc.com

(上接第92页 continued from page 92)

- [8] Wakileh G J.电力系统谐波-基本原理、分析方法和滤波器设计[M].徐政,译.北京:机械工业出版社,2003.
- [9] 王兆安,等.谐波抑制和无功功率补偿(第2版)[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [10] 许克明,等.电力系统高次谐波[M].重庆:重庆大学出版社,1991.

收稿日期:2008-01-15; 修回日期:2008-03-10

作者简介:

王葵(1966-),女,副教授,博士研究生,研究方向为电力系统继电保护及安全自动装置;E-mail:wangkui@sdu.edu.cn

李建超(1981-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统继电保护及安全自动装置;

潘贞存(1962-),男,教授,博士生导师,研究方向为电力系统继电保护及安全自动装置。

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告