

# 110 kV 无人值班变电站综合自动化的改造现状及建议

胡蓬春<sup>1</sup>, 杨辉<sup>2</sup>, 王丽萍<sup>2</sup>

(1. 增城市联电供用电工程有限公司, 广东 广州 511300; 2. 华南理工大学电力学院, 广东 广州 510640)

**摘要:** 通过对110 kV变电站的综合自动化改造的实际施工管理和现场调查, 以增城110 kV荔电降压站的改造现状为例介绍目前实行的110 kV无人值班站综合自动化的改造情况。文中重点对110 kV电压等级部分和变电站主控室综合自动化系统的改造情况进行了详细的介绍, 同时针对荔电降压站改造过程中出现的问题提出了一些建议, 对提升无人值班站的安全运行和稳定性有一些参考。

**关键词:** 无人值班变电站; 综合自动化; 改造; 安全运行; 稳定性

## Actuality and suggestions for the reconstruction of integrated automation in 110 kV unattended substation

HU Peng-chun<sup>1</sup>, YANG Hui<sup>2</sup>, WANG Li-ping<sup>2</sup>

(1. Zengcheng Power Supply Engineering Ltd., Guangzhou 511300, China;

2. South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** Based on the actual management and the on-site survey of the integrated automation reconstruction in the 110kV substations, the reconstruction actuality about 110kV Lidian step-down substation in Zengcheng is adopted as an example, which introduces the reconstructing situation of the 110kV unattended substation. The reconstructing situation of the 110kV voltage level and the integrated automation system in the control room are highlighted and detailedly introduced, meanwhile it also includes some suggestions and some references to enhance the safety and stability of unattended substation operation.

**Key words:** unattended substation; integrated automation; reformation; security operation; stability

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)04-0079-03

## 0 引言

变电站综合自动化系统是集保护、测量、控制、远传等功能于一体, 采用微机和网络技术, 并充分利用数字通信的优势来实现数据共享的一套电力系统二次设备的自动化装置。随着数字式微机保护、监控技术和远动通信的广泛普及, 电力系统变电站的自动化水平已发生了根本的变革<sup>[1]</sup>。变电站无人值班工作的实施, 使供电部门提出的“减员增效”工作得以成功实现, 取得了明显的经济效益和社会效益, 提高了电力企业的劳动生产率, 促进了电网的安全稳定运行, 推动了电力生产管理的现代化, 对提高电网的安全、经济运行水平起到了积极的作用, 因此进行变电站综合自动化建设已成为当前电力系统发展的必然趋势。

## 1 无人值班站改造背景

上世纪90年代期间, 改造的110 kV变电站基本上采用的是基于在RTU基础上加一台微机为中心的

当地监控系统, 不但未涉及继电保护, 就连原有传统的控制屏台仍予保留。自动化程度低, 效率低下, 而且安全系数不高。随着计算机技术、网络技术及通信技术的飞速发展, 结合变电站实际运行情况, 研制成功了各种分散式变电站自动化系统并投入运行, 经过这么多年的实际运行经验和变电站自动化技术的不断更新和完善, 实现了对远方变电站的“四遥”功能, 即遥测、遥信、遥控、遥调功能。通过“四遥”系统可完成对变电站电气运行状态的监视、测量、控制和调节, 使自动化程度、安全系数及效率大大提高。在变电站综合自动化系统方面, 许多学者已经做了很多有价值的研究<sup>[2~5]</sup>, 文章以增城的荔电降压站改造情况进行分析, 并提出建议。

## 2 增城荔电降压站的改造情况

随着电力体制改革的进一步深化, 电网得到迅速发展, 城、乡电网加快建设和改造, 越来越多的供电部门已积极开展变电站无人值班的实践。变电站无人值班工作的实施, 使供电部门提出的“减

员增效”工作得以成功实现,取得了明显的经济效益和社会效益,提高了电力企业的劳动生产率,促进了电网的安全稳定运行,推动了电力生产管理的现代化,对提高电网的安全、经济运行水下起到了积极的作用。

从无人值班变电站设备的性价比或投资效益来看,各种技术装备各有其特点,并无优劣之分,只是不同的技术装备适应不同场合。对于新建变电站或者投运年限较长,一、二次设备老化比较严重的变电站,采用综合自动化方式较为合理。而对于投运年限不长,二次设备仍可利用的变电站来说采用常规RTU方式比较合理。如果考虑变电站与当地操作或者说考虑改造过渡,或有人向无人逐步过渡的话,则采用变电站计算机监控系统较为合理。

基于上述原因,增城的荔电降压站采用的是比较成熟的南京南瑞RCS-9000综合自动化系统。110 kV荔电降压站的规模为:2台40 MVA 主变、2条110 kV 进线、18条10 kV 馈线、2组站用变、2组110 kV断路器、2组110 kV隔离刀闸、2组110 kV电流互感器、2组的110 kV电容式电压互感器及2组110 kV避雷器。

本次改造主要是将老旧的断路器,隔离刀更换成新式的西门子生产的SF6开关和隔离刀闸,更换了10 kV馈线柜24面并增加了相应的馈线保护,更换了380 V站用交流屏系统,更换了照明、消防和五防系统,更换了新的电能EAC系统;增加了2组110 kV电容式电压互感器、4组10 kV电容器组及相应的电容器保护、直流系统、110 kV线路保护系统、变压器保护测量系统、光纤通讯系统、变压器10 kV小电阻接地保护系统、电能EAC系统及变电站综合自动化系统。

### 2.1 110 kV电压等级部分

110 kV变电站高压部分:110 kV电容式电压互感器取110 kV进线的一相电压从而得知进线的电压是否异常,110 kV电流互感器取110 kV三相进线的电流,电流互感器把大电流按一定比例变为小电流,提供各种仪表和继电保护用的电流,将二次系统与高电压隔离。不仅保证了人身和设备的安全,也使仪表和继电器的制造简单化、标准化,提高了经济效益。

更换的110 kV隔离刀闸部分具有远方控制功能:通过加装辅助开关使刀闸的闭合状态和分开状态,地刀的接地状态和不接地状态传送到通讯柜,通讯柜和变电站后台主机相连,产生的信号在微机上直观的反映出来。在后台可以直接控制刀闸的分开与闭合。刀闸的接地刀具有电磁闭锁功能,防止带接地刀合刀闸误操作情况发生。带接地刀的刀闸并装有连锁机构,以保证隔离开关的正确操作。

110 kV断路器采用的是西门子生产的户外型微

开式SF6开关,在后台微机上可以直接看到开关的分开和闭合状态,在后台主机接线图上可以进行分合开关功能。开关具有电流过流、速断、重合闸功能,通过加二次电流可以在后台微机上模拟出来。后台自动化系统具有SF6气体压力不足告警等功能反映开关设备运行状况。

110 kV变压器加装测量、保护功能:变压器的主保护采用二次谐波制动的差动保护、重瓦斯保护、不带延时的差流速断作为差动保护;后备保护采用10.5 kV相间电压闭锁的一次过电流保护,有选择跳分段或主变及电容器开关。另外负荷保护延时作用与报警信号,轻瓦斯保护作用与报警信号,低压断线作用信号。变压器备自投装置启动条件:在二台主变分裂运行状态下,运行主变差动、瓦斯保护动作跳变压器及电容器开关。主变二次无电压、一次无电流,自投备用主变两侧开关,并保证自投一次。测量回路在后台微机上可以反映出变压器两侧电压、电流、变压器温度、变压器油温度、变压器电压档位、变压器负荷等情况,在后台微机上通过控制电路可以调节变压器的电压,从而达到变压器的安全运行。

### 2.2 10 kV电压等级部分

10 kV母线采取单母线分段接线方式,10 kV高压开关柜采用手推小车型中制式开关柜,开关采用的是德国施耐德生产的10 kV真空断路器。10 kV单母线分段接线方式可以给重要用户接2条出线以保证供电的可靠性,并且检修和维护的时候不用整个母线全停,从而增加了经济效益。10 kV部分的将控制、I/O、闭锁、保护等单元装在高压开关柜上,通过网络通讯线与主控室通讯柜相连,并与管理机和远方调度中心通信。10 kV出线柜具有两相式电流速断和反时限保护。低频减载保护,具有三轮低频减载,当频率恢复正常时,按逆顺原则,自动恢复重要用户供电。10 kV电容器保护:两相式电流速断和反时限保护,10 kV相间过电压保护,10 kV相间低电压保护,零序过电压保护(电压取自电容器放电线圈开口三角电压)。10 kV母线具有分段备自投装置功能:在2台主变分裂运行状态下,一台主变差动、瓦斯保护动作,跳变压器及电容器开关,主变一次无电流,二次无电压。检测另一台主变二次有电压,自投分段开关,并保证自投一次。使供电可靠性大大提高。

10 kV的控制回路一般用交流和直流电源,本站采用是直流电源控制回路,控制回路的总开关控制整个回路,分开关控制每个高压柜,这样能减少对高压柜电子设备的干扰,同时提高了设备操作的安全性和灵活性。

## 2.3 站用电系统和照明系统

变电站的站用电系统,是保障变电站安全、可靠运行的一个重要环节。一旦站用电系统出现问题,将直接或间接地影响变电站安全、可靠运行,严重时甚至会扩大事故范围,造成故障停电。老式变电站站内用电10 kV采用负荷开关熔断器组保护,对于无人值班变电站,站用电源的可靠转换非常重要。采用双投刀闸人为切换站用电以低压供电,根本不能对站用电实现远方操作;而采用单相熔断器保护,只是一种粗略概念,无法获得全部保护信息;如果采用一般的空气断路器,又不能实现机械闭锁而有效地防止站用变低压并列及反串电,在实现综合自动化的环节上,更不能实现信息共享。

本站照明系统分直流和交流2个系统,变电站正常运行时,交流照明系统工作;当故障发生时,直流系统照明工作,从而保证事故处理工作的顺利方便进行。

## 2.4 变电站主控室综合自动化系统

变电站综合自动化是将变电站的二次设备(包括测量仪表、信号系统、继电保护、自动装置和远动装置等)经过功能的组合和优化设计,利用先进的计算机技术、现代电子技术、通信技术和信号处理技术,实现对全站的主要设备和输、配电线路的自动监视、测量、自动控制和微机保护,以及与调度通信等综合性的自动化功能。现将变电站综合自动化系统具备的功能概括如下:

(1) 站内监控功能(SCADA功能) 此功能包括站内数据采集与处理、运行监视及报警记录、设备检测与诊断、报表编辑生成修改与打印、人机交互联系及系统维护管理、计算统计、历史数据记录、事件顺序记录(SOE)、事故追忆、远方通信等常用SCADA功能。

(2) 控制和调节 通过键盘在屏幕所显示的画面对各可控设备进行开/合,投/退等控制操作,对各可调设备进行升/降、定值设定等调节控制。控制开关时可以按选择——返校——执行的方式实现每次操作一个对象的控制,也可以按批次控制、顺序控制的方式一次对多个对象进行控制(无论那种控制方式,都要具备完整的控制闭锁功能)。进行调节时可以一次调节一档,也可以一次调节多档,同样具备完整的调节闭锁和边界报警功能。

(3) 电压无功控制 对于110 kV电压等级变电站,变电站自动化系统实现分布式站内自动电压无功控制(VQC)。满足远方调整电压无功,即通过自动化系统可在当地监控系统或调度端实现远方手动调整变压器分接头和投切电容器功能。

(4) 对时系统 对时要求是变电站自动化系统的最基本要求。110 kV变电站自动化系统具有GPS对时功能,定时完成由系统主机或由调度端发出的对站内间隔层设备的对时功能。

(5) 五防闭锁 五防闭锁功能是自动化必须考虑的主要问题之一。目前国内大多数变电站自动化没有实现隔离开关的自动控制,电动隔离开关机械转动的不可靠性是原因之一。这种由于一次设备带来的不完善的自动化系统,不仅给运行维护管理带来了麻烦,而且使得自动化系统的五防闭锁必须和一些厂家的现场智能钥匙(智能锁控器)配合使用。随着一次设备的工艺质量提高,厂站电动隔离开关使用情况基本没有问题。本站隔离开关采用电动操作,自动化系统的五防闭锁方案是比较完善和可靠的,站内有专门的五防系统,五防微机和监控主机相连,微机五防和一次设备上的五防锁配合使用。每次操作前,先在五防机上模拟操作,模拟完成无误后方进行人工操作。防止误操作发生,这样大大提高安全性。

(6) 同期 由于实现电网互联是必然趋势,故负责系统联络线联络变压器的枢纽变电站仍需配备自动同期装置,使待并列的两个系统在电压、频率、相位角都能满足条件的情况下进行并列操作,这部分功能也应纳入自动化系统。主控室内的110 kV PT并列柜、10 kV PT并列柜,在电压满足的条件下并列运行成功。

(7) EAC系统即电能计量系统 电能量信息的管理对电力企业的发展有不可忽视的作用。本系统通过在高压室每个出线柜和电容器柜安装电能表,变压器和站用变的电能表安装在主控室专门的电度表屏上,然后通过专门的网线连接在通讯屏上。可以方便查询电能的有功、无功、频率等信息。

(8) 消防系统 由于值班人员的减少和自动化系统功能的完善,消防自动监视设备纳入了变电站自动化系统,能及时将烟雾、温度等报警信息传送给值班人员或上级调度中心。

## 3 结束语

变电站综合自动化技术由最初的基于二次装置及RTU加上简单的工业控制计算机现场集中监控,历经20年发展到现在的分散分布式变电站综合自动化系统。如今发展迅速的计算机及网络技术,特别是现场总线技术的使用使自动化的实现变得简单得多,同时加上使用成套设备,使设计变得简单,施工中比较省时省力。

(下转第85页 continued on page 85)

跳操作箱 TJR 触点提供给断路器辅助保护, 断路器辅助保护结合失灵电流判别, 起动重动继电器, 提供两个触点给两套 RCS-915E 母线保护, 利用该保护跳母线两路跳闸线圈, 另外提供触点进行中开关两路跳闸、发两路远跳令。该方案不是彻底的双套化失灵配置, 但对于简化断路器保护跳闸环节的接线、改善之前只跳一路出口的情况有一定的价值。

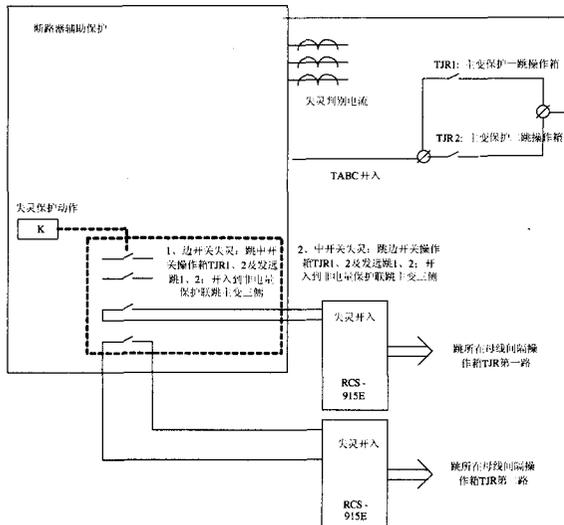


图 8 双套化的变高的起动失灵回路

Fig.4 The duplex startup scheme of the failure used for 500kV side of the main transformer

### 2.3.2 变高的起动失灵回路

变高的起动失灵回路如图 8 所示。

双套化的变高的起动失灵回路与线路类似, 不过由线路的分相保护动作输入改作主变保护动作跳 TJR1、2 触点的开入, 并且出口环节增加联跳主变三侧。

## 3 结论

由于 500 kV 东莞站在东莞电力系统的极其重要地位, 对于其失灵回路进行分析是很有必要的, 并且, 探讨如何在最低的改造风险、最少的改造动作和停电次数、最低的投资下, 以清晰和简化回路设计为原则完成失灵保护双重化改造, 是一件很有意义的工作。

## 参考文献

- [1] 广东省电力调度中心. 广东省电力调度中心 2007 版反事故措施[Z]. 2008.

收稿日期: 2008-04-13

作者简介:

廖翔云 (1979-), 男, 硕士研究生, 研究方向为检测技术及自动化装置. E-mail: flying1234@21cn.com

(上接第 81 页 continued from page 81)

同时, 变电站综合自动化涉及多专业, 在计算机应用软件的开发方面应选择有开放、兼容性的操作平台, 对各种标准的数据库应具有链接功能, 避免开发的重复性和交叠。

本系统需要改进和完善的地方:

- 1) 加强运行人员的培训, 提高操作人员的对事故的处理应对能力, 以提高电网系统的可靠性。
- 2) 在远动通信方面没有采用双机备份系统, 为了进一步提高可靠性应该使用双机备份系统。

## 参考文献

- [1] 李潮勤, 陈喜士. 110 kV 变电站综合自动化系统的构建[J]. 广西电力, 2006, (4): 49-51.  
LI Chao-qin, CHEN Xi-shi. Construction of Composite Automation System in 110kV Substations[J]. Guangxi Electric Power, 2006, (4): 49-51.
- [2] 何丙茂. 对变电站实行无人值班若干问题的探讨[J]. 电网技术, 1995, 19(9): 57-61.  
HE Bing-mao. Exploration to Some Problems of Practicing Nonattended Substation[J]. Power System Technology, 1995, 19(9): 57-61.
- [3] 周密. 关于无人值班变电站运行问题的探讨及建议[J]. 广西电力, 2006, (4): 76-77.

ZHOU Mi. Discussion and Suggestion for Operation Problems about Unmanned Substation[J]. Guangxi Electric Power, 2006, (4): 76-77.

- [4] 唐涛. 电力系统厂站自动化技术的发展与展望[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(4): 92-97.  
TANG Tao. Development and Prospects for the Automation Technology of Power Plants and Substations[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(4):92-97.
- [5] 陈焯, 龚新丽. 110 kV 无人值班变电站重合闸回路改造[J]. 湖南电力, 2006, 26(6): 55-57.  
CHEN Ye, GONG Xin-li. Modification of reclosing breaker circuit in 110kV unattended substation[J]. Hunan Electric Power, 2006, 26(6): 55-57.

收稿日期: 2008-05-16; 修回日期: 2008-06-27

作者简介:

胡蓬春 (1979-), 男, 主要从事无人值班变电站运行方面的研究工作; E-mail: springriver2000@163.com

杨辉 (1980-), 男, 博士研究生, 研究方向为电力市场;

王丽萍 (1984-), 女, 硕士研究生, 研究方向为电力谐波监测。