

500 kV 变电站实行无人值守运行管理模式的探讨

陈志军¹, 周革胜², 欧阳路军², 姚建民¹

(1. 苏州供电公司, 江苏 苏州 215004; 2. 武汉供电公司, 湖北 武汉 430015)

摘要: 探讨了国内 500 kV 变电站实行无人值守或少人值守运行模式的可行性。介绍了变电站运行模式改革的方向, 比较了国内 500 kV 变电站与 220 kV 变电站、国内外 500 kV 变电站的异同点。以苏州地区 500 kV 变电站为例, 从变电站设备缺陷、跳闸事故处理和工作量等几个方面着手, 分析了决定变电站运行模式改革的各要素。分析表明, 对现有变电站, 条件成熟的地区可以实现变电站的少人值守, 二次设备能否实现远方操作对变电站实现无人值守至关重要。

关键词: 变电站; 运行管理; 无人值守; 少人值守

Study on the non-attended operation and management model in 500 kV power substation in China

CHEN Zhi-jun¹, ZHOU Ge-sheng², OUYANG Lu-jun², YAO Jian-min¹

(1. Suzhou Power Supply Company, Suzhou 215004, China; 2. Wuhan Power Supply Company, Wuhan 430015, China)

Abstract: The possibility of non-attended and few people-attended operation and management model in 500kV substation in China are discussed in this paper. The direction of operation and management model innovation is introduced. And it compares the characteristics between 500kV substations in China and in foreign countries, and between 500kV and 220kV substations in China. Take 500kV substations in Suzhou as an example, it analyzes the factors such as the equipment vices, breaker-tripping, work load in substations, which decide the way of the revolution. Few people-attended substations are feasible in some operating substations. And the remote operation of protective device is very important to the actualization of the non-attended substations.

Key words: substations; operation and management; non-attended; few people-attended

中图分类号: TM76

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)18-0061-04

0 引言

随着电网建设不断加强, 各地 500 kV 变电站数目迅速增加, 运行管理部门也面临新的挑战。主要体现在: (1) 多数变电站仍采用传统运行管理模式, 但运行人员的数量跟不上变电站数目的增长; (2) 变电站自动化系统逐渐普及, 电网愈加稳固, 变电站设备更加稳定、可靠, 运行人员的工作量和工作强度逐步降低, 但对运行值班人员的素质要求也随之提高; (3) 劳动力成本不断提高, 而电力企业为提高效益需要提高劳动效率; (4) 欧美发达国家很多高电压等级变电站早就实行了无人值守, 证明高电压等级变电站实现无人值守从技术上管理上都是可行的。因此, 国内变电站运行管理模式进行改革迫在眉睫。在这一背景下, 国内部分 220 kV 变电站已经顺利实施了无人值守; 2006 年, 国家电网公司提出将江苏电网 500 kV 锡西南和苏州西作为无人值班试点变电站, 拉开了 500 kV 变电站运行管理改革的序幕。

当前国内 500 kV 变电站运行管理改革的思路主

要有两个: 少人值守和无人值守。其相同之处是要成立监控中心, 由监控中心人员负责变电站监视和遥控操作, 操作队人员主要负责完成需到现场的工作; 不同之处在于是否在变电站现场配置固定运行人员。

两种模式的优缺点、具体实行哪种运行管理模式, 都要结合其实际情况进行选择。此外, 还要考虑以下因素: 变电设备的可靠性及设备缺陷的发现、处理方法; 事故跳闸时的处理方式、速度; 变电站日常工作中现场工作量的多寡等。

1 国内 500 kV 变电站特点分析

作为我国目前最高电压等级电网的重要组成部分, 500 kV 变电站是电网的重要枢纽, 也是地区电网的重要电源点, 地位非常重要。

与欧美发达国家相比国内 500 kV 变电站有以下特点。首先, 设备选型上差异比较大, 欧美国家大部分以 GIS 设备为主, 而国内以传统的 AIS 设备为主, 前者可靠性更高; 其次, 国内外运行管理单位组织机构及其职责分工不同。国内一般分为调度、

运行和检修三部分, 职责分工明确; 而国外, 没有纯粹的运行部分, 其职责被类似调度和检修的部门分担。第三, 变电站设备的操作、维护量, 国内也要多一些。

国内 500 kV 变电站和 220 kV 变电站之间也有很大差异。第一, 从地理位置讲, 500 kV 变电站更加偏僻一些, 跨度也更大; 第二, 从设备上讲, 500 kV 变电站设备更稳定、更可靠; 第三, 从值班员素质上, 500 kV 变电站值班员理论知识丰富, 但运行和操作经验要相对欠缺; 最后, 500 kV 变电站在电网中的地位更加重要。

以苏州地区为例, 该区域内共有 4 座 500 kV 变电站 (参见图 1), 其一次设备均为 AIS 设备, 除车坊变外, 均为综合自动化站。4 站各有 2 台主变压器 (以下简称主变), 合计容量达 700 万 kVA, 不仅担负着苏州地区的供电任务, 还是通往上海的重要电力通道。2005 年, 4 站合计从 500 kV 网架下载电量 237.42 亿度, 占苏州供电公司 2005 年供电量的 47.96%, 向上海输送电量约 121.83 亿度。

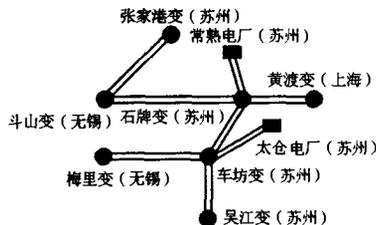


图 1 2005 年年底苏州 500 kV 电网图示

Fig1. The diagram of Suzhou 500kV power grid by the end of 2005

2 变电站运行分析

变电运行的职责就是变电站运行维护和管理的工作。因此, 进行变电运行管理模式必须适应日常工作的需要。下面以苏州地区 500 kV 变电站 2005 年运行情况为例, 从设备缺陷、事故跳闸处理和两票执行等三个方面进行分析, 探讨 500 kV 变电站运行管理模式改革的方向。

2.1 运行缺陷分析

设备缺陷根据威胁安全的程度, 分为 3 类: I 类缺陷、II 类缺陷、III 类缺陷^[1]。I 类缺陷指任何设备发生威胁人身或设备安全运行, 有可能立即或短时间内发生事故的缺陷。II 类缺陷、III 类缺陷对处理速度要求较低, 所以本文重点分析 I 类缺陷。

2005 年, 4 站共发现 I 类缺陷 26 个。从发现方法上看, 除 4 个刀闸等一次设备发热和外观损坏是巡视发现的外, 其余均是有告警信号到后台。从缺陷类型上看, 涉及到保护装置的有 14 个, 包括通道

异常、装置插件故障等; 开关控制回路故障 3 处, 均为触点粘连等问题, 开关本体没有异常; 其它的有电容器熔丝熔断、测控单元异常影响操作等^[2]。

从缺陷的发现方法上看, 无论采用何种运行管理模式, 定期对变电站进行巡视是必要的, 而设备发热、渗油等缺陷都有一个逐渐恶化的过程, 只要保证巡视的数量和质量, 这类缺陷都能被及时发现、处理。

一次设备中, 需要考虑开关由于灭弧室 SF₆ 压力低或者液压系统压力低闭锁分、合闸的问题。对于 SF₆ 压力, 开关一般都有告警触点, 从出现告警到闭锁分闸有充足的时间做出正确处理; 而对于液压机构开关, 重点是要准确判断是液压机构问题还是二次回路问题。不过即使开关真的出现“漏氮”等故障, 装置会立刻闭锁重合闸, 数小时后会闭锁分闸, 短时对系统也没有大的影响。况且一次设备都可以通过遥控进行隔离。

二次设备中, 保护装置出现通道异常、插件故障等问题时, 由于 500 kV 变电站大部分保护都是双重化配置, 现场运行人员需将故障的保护退出运行。实际上, 此时保护装置应该可以闭锁相应的保护模块。所以, 即使变电站无人值守, 对这种缺陷处理的效果与现在运行方式下相差不大。

对自动化系统, 主要有两个问题。首先, 间隔层测控单元闭锁逻辑出现错误, 导致操作无法正常进行, 而解锁操作必须在变电站现场进行, 这会严重影响正常操作的速度; 其次, 监控系统的误发信也困扰着运行人员。

所以, 完全依靠值班人员来发现处理故障的管理模式已不能适应高电压等级变电站的运行管理, 少量较高素质的人员结合完善可靠的自动线系统才是比较理想的选择。

2.2 事故跳闸分析

2005 年 4 站共发生 9 起跳闸事故, 没有引起对外停电。其中, 500 kV 线路 2 起 (1 次重合成功, 1 次强送成功)、220 kV 线路 4 起 (1 次重合成功, 3 次强送成功)、220 kV 母线跳闸 1 次、35 kV 电容器开关跳闸 1 次、站用电跳闸 1 次。

线路重合闸不成功的故障, 恢复送电耗时约 1 h。出现故障时, 值班员需要判断事故类型、找到故障点、隔离故障, 最后恢复送电。通过后台监控信号正确判断出故障类型没有问题; 如果能够找到故障点, 遥控也能隔离故障点; 但恢复送电前需要对现场设备进行外部检查, 远方难以做到。

线路重合闸不成功的故障, 可以考虑省略强送前的现场检查工作; 但开关失灵保护动作、母线故

障或失电、主变故障,试送前的现场检查工作是必不可少的。况且这类故障对系统的影响更大,要求处理时间尽量短,而现在处理这类故障本来就需数小时,如果再加上路程上的延时,可能对电网更加不利。

此外,对站用电交流系统,高压侧故障失电可以通过低压侧备用电源自动投切来确保其正常供电;而对低压侧故障,如果现场没有人,会延缓事故的处理,甚至可能产生进一步的影响。

所以,从事故跳闸的处理上看,现场留有运行人员更利于事故的处理。不过,可以从两个方面减小其影响:一个是从功能上,强化视频监控系统的功能;另一个是从设备选型上,选用组合电气设备,比如 GIS。

2.3 工作量分析

2.3.1 变电站工作简介

如果要实现运行管理方式的变革,变电站工作量是一个重要参考指标,其完成方式——在监控中心完成,还是在变电站现场完成,更是重中之重。变电站工作除了定期工作外,主要还有“两票”——工作票(一种工作票(以下简称一种票)、二种工作票(以下简称二种票))和操作票的执行。

一次设备远方遥控应用已很成熟,但二次设备的远方操作还处在摸索阶段。统计中假设所有一次设备操作都是遥控,而涉及保护的操作都到变电站现场完成。所以,把操作票分为单纯的一次设备操作票和含二次设备操作的操作票。

2.3.2 统计分析

按照目前的技术水平和管理制度,统计中把工作分成4类:A类是指必须到变电站现场进行的工作,主要包括一种票的许可、验收和涉及到二次部分的操作;B类是指可以到变电站完成,也可以在监控中心完成的工作,比如二种票的许可、验收和单纯的一次设备操作等;C类是指通过管理就可以实现不去变电站现场完成的工作,比如执行中的工作票的许可和间断等^[3];D类是指变电站日常定期工作。表1为4站当年工作统计情况。

从表1可以看出,按照目前的技术水平和管理要求,平均每年至少有153天需到变电站现场工作,而完全可以不去变电站去的天数平均只有90天。显然,如果采用无人值守的方式,运行人员需要频繁往返于监控中心和变电站。因此,可以考虑将部分A类工作安排在监控中心完成。

表2为变电站A类工作分布情况。A类工作中,一种票的许可、验收和终结,无论采用哪种运行管理模式,都必须到现场来完成。而涉及二次的操作

分成两种:单一的二次操作和一次、二次的混合操作。从表2可以看出,“有一种票许可或验收工作的天数”与“两者同时有的天数”相差不多。此外,在统计过程中发现,执行一种票当天涉及二次的操作大部分是混合操作。因此,这类混合操作能否实现遥控并不重要。但是由于单一的二次操作比较频繁,时间上也有很多偶然性,如果不能实现远方操作将非常不利于运行模式改革。

表1 苏州地区500 kV变电站2005年工作情况

Tab.1 Work of Suzhou 500 kV substations in 2005

统计口径	有A类工作的天数	只有B类工作的天数	只有C类工作的天数	只有D类工作的天数
石牌变	154	68	12	131
车坊变	188	77	24	76
张家港变	128	110	21	106
吴江变	141	98	76	50
平均	153	89	33	90

表2 变电站A类工作的分布情况

Tab.2 Distribution of the type A work in substations

统计口径	有一种票许可或验收工作的天数	有涉及二次操作的天数	两者同时有的天数
石牌变	69	144	59
车坊变	103	170	85
张家港变	56	119	47
吴江变	71	127	57

随着保护技术的进步和管理水平的提高,很多二次操作可以远方实现,比如保护功能的投退、定值的切换等。但是,由于500 kV和220 kV保护设备调度关系不同,在电网中的地位有差异,保护选型也不尽相同,决定了他们实现远方遥控的难度不同。而且,国内220 kV及以下电压等级变电站已经开始尝试二次的远方操作,而500 kV电压等级保护还没有先例。所以,分开统计单一操作(包括保护功能投退、重合闸投退、定值切换等)500 kV保护和220 kV保护的天数(参见表3)。

表3 单一的二次操作组成情况

Tab.3 The makeup of single secondary operation instructions

统计口径	有500 kV保护的 操作的天数	有220 kV保护的 操作的天数	两者都有的 天数
石牌变	36	43	7
车坊变	39	98	12
张家港变	7	73	5
吴江变	22	61	14

从表3可以看出,220 kV保护的操作频次明显多于500 kV保护。所以,即使只在220 kV保护上实现了远方操作的功能,将明显减少变电站现场的工作量。

3 结论和建议

通过前面的分析,可以得出以下结论:

1) 国内 500 kV 变电站的自身特点决定了不能简单套用国外的无人值守运行管理模式,而应该结合变电站运行的特点,采取合适的运行管理模式;并在变电站新建和改造过程中,不断提出新的要求,逐步实现变电站的少人值守到无人值守。

2) 变电站设备缺陷的发现、一次设备和二次设备的处理,都不能决定运行管理模式的选择。不过,自动化系统的可靠性和稳定性对变电站能否采用无人值守的方式非常重要。

3) 当前条件下,对于简单的线路故障,只要采集到的信号正确、恰当,监控中心能远方处理;但是,对于母线、变压器和站内交、直流系统故障,如果实施无人值守,可能会延缓事故的处理速度,甚至会带来更严重的后果,因此在目前条件下还是以少人值守为比较好的选择。

4) 在技术水平和管理要求上,保护设备能否实现远方操作是左右变电站能否实现无人值守的重要因素。即使只实现部分设备、部分功能的远方操作,也能大大减少运行人员现场的工作量。

苏州 500 kV 监控中心按照少人值守的模式于 2006 年 6 月成立,运行以来效果很好。结合上面的分析和苏州 500 kV 监控中心的运行经验,对高电压等级变电站的运行管理模式有下列建议:

1) 对于已经运行的变电站,如果设备运行可靠,相互之间距离适当、交通方便,应该优先考虑采用少人值守运行管理模式。

2) 对于新建变电站,设备选型时要充分考虑无人值守的需求,比如一次设备尽量减少有油设备的使用,推荐使用组合电气设备;此外,尽量扩大监控系统监控范围。投运初期配备一定量的值守人员,待设备完全运行稳定后可考虑过渡到无人值守。

3) 加强变电站视频监控系统在变电站运行中的

应用,提高其工作质量和效果。

4) 二次设备方面,逐步实现保护设备的远方操作功能,强化保护设备异常情况下的自我诊断功能。

5) 设计部门在设备选型、调度部门在运行方式调整时,可以考虑减少二次部分操作的可能性。

6) 加强保护信息管理,确保监控中心在信息量适当的情况下,时刻了解变电站的运行情况。

7) 加强站用电交、直流系统的设计和运行管理工作,增强站用电系统的可靠性。

参考文献

- [1] 江苏省电力公司.江苏省电力公司输变电设备缺陷管理制度[Z].苏电生(2001)1425号.
Jiangsu Power Company. The Management of Transmission and Transformation Equipment Defects in Jiangsu Power Company[Z]. Jiangsu Power Company (2001)1425.
- [2] 陈志军.苏州地区 500 kV 变电站设备运行缺陷分析[J].江苏电机工程,2006,25(3).
CHEN Zhi-jun. The Analyses to the Vices Found in Suzhou 500kV Substations[J].Jiangsu Electrical Engineering, 2006,25(3).
- [3] 苏州供电公司.无人值班变电站工作票履行手续的补充规定[Z].苏供电安(2003)548号.
Suzhou Power Supply Company. The Complementary Regulation on Carrying Out Work Sheet in Non-attended Substations[Z]. Suzhou Power Supply Company(2003)548.

收稿日期:2006-11-02;

修回日期:2007-05-21

作者简介:

陈志军(1976-),男,工学硕士,工程师,现从事变电运行工作;E-mail:laugher_007@sina.com

周革胜(1967-),男,硕士,从事继电保护检验管理工作;

欧阳路军(1971-),女,本科,工程师,主要从事继电保护检验管理工作。

许继 CBS-2000 电气设备在线监测系统中标成都地铁工程

8 月下旬传来喜讯,许继故障监测系统部研制的 CBS-2000 在线监测系统成功中标成都地铁 1 号线一期工程 110kV 火车南站、皂角站主变电所电气设备绝缘在线监测系统。这标志着许继 CBS-2000 系统凭借先进成熟的集成技术平台和对客户需求的把握已经得到地铁用户的高度认可。

该项目的中标,很好地贯彻了集团公司关于开拓轨道交通供电设备市场的指导方针,标志着我公司在积极拓宽市场领域方面取得了可喜的成绩。故障监测系统部将以此为契机,努力使许继在线监测产品在国内轨道交通供电设备领域获得更多的定单!