



变电站程序化操作及远动装置执行

丁 泉, 朱来强, 胡道徐, 蒋衍君, 江 慧

(国电南京自动化股份有限公司, 江苏 南京 210003)

摘要: 介绍了变电站程序化操作的概念和主要思想, 即执行预先定义的程序化操作逻辑的方式, 来完成变电站内日常的倒闸操作。通过比较当前程序化操作在站控层执行和间隔层执行的 2 种主要实现方式, 并结合 110 kV 变电站工程实例, 叙述了在监控后台定义程序化操作逻辑, 远动装置中执行顺控操作的方案及该方案优点。最后, 对程序化变电站在今后的开发和工程实施中值得关注的问题和需要努力的方向做了简单归纳。

关键词: 程序化变电站; 远动装置; 站控层

中图分类号: TM 734

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)08-0119-03

1 背景^[1-2]

由于变电站自动化技术水平不断提高, 出现了越来越多的无人值守站, 但是在进行日常的变电操作时, 仍然需要操作人员从集控中心到变电站现场实施^[3-5], 费时费力, 操作人员面对的工作对象又是众多的变电站, 各站之间组织结构不同增大了因人为因素导致误操作的可能^[6]。

近年来, 随着开关、刀闸等一次设备的电动控制技术逐步成熟, 日常的倒闸操作采用程序化控制方式实现的条件已经具备。只要预先按照一定的规则编制好需要顺序执行的系列操作指令及每步操作的五防逻辑条件, 再以顺控票配置文件的方式下载到执行装置中。当需要执行该系列操作时, 只要从本地或者远方发一条遥控指令, 就可以完成以前需要多步操作才能完成的工作, 大幅提高了工作效率, 也从根本上杜绝了因人为意外因素而造成的误操作, 提高了变电操作的可靠性。

目前, 变电站程序化操作的对象主要是一次设备(断路器、刀闸等)的分合控制, 也可以对二次设备进行软压板投退、定值区切换等操作。

2 程序化变电站的工程实现

2.1 程序化控制方案选择^[7-9]

目前, 程序化控制主要有站控层执行和间隔层执行 2 种实现方式。

间隔层实现是指将程序化控制的指令发给测控装置, 由测控装置根据预先定义好的顺控票完成顺序化控制。优点是简化了与站控层之间的通信指令, 大部分逻辑判定信息都可从本装置中直接获得, 更加快捷。另外, 某台装置出现问题也不会影响到其他间隔的程序化操作的进行。但是, 采用间隔层实现方式, 在进行跨间隔操作时, 实现比较繁琐, 并且执

行单元的分散也导致了顺控票的管理分散, 工程实施和维护都较为复杂。

站控层实现则是指由远动装置(总控单元)执行顺控票的解析, 然后将解析后的控制命令发送给站内保护测控装置, 实现程序化控制。优点是可以充分利用站控层的全站信息资源, 完成跨间隔的程序化控制, 同时又可以凭借优良的软硬件性能, 获得更多的顺控执行过程信息。此外, 顺控票可统一管理, 更大程度保证逻辑一致性, 工程实施和维护都较为方便。但是, 站控层实现方式对站内通信及远动装置的可靠性要求都比较高。

变电站自动化系统站内采用以太网通信技术, 工程所采用的国电南自 PSX 610 远动通信服务器具有系统性能可靠、软硬件资源丰富的特点^[10](Linux 操作系统, X86 体系结构), 选择将程序化控制的执行放到站控层中(PSX 610 远动装置)进行, 而当地后台监控则完成顺控票定义和管理、本地顺控操作的启动、顺控执行过程监测等功能。

2.2 工程概况

常熟 110 kV 陈塘变电站采用两线圈(110 kV/10 kV)变压器, 最终建设规模为 $3 \times 63 \text{ MV} \cdot \text{A}$ 、10 kV 单母线断路器四分段结线方式。本期先上一台主变($63 \text{ MV} \cdot \text{A}$), 10 kV 馈线 10 回, 电容器 2 回, 10 kV 接地变 2 回, 10 kV 分段备自投 2 回。程序化操作目标是对 1 期工程 110 kV 进线、主变、母线压变和 16 条 10 kV 出线全部实现程序化控制操作。

陈塘变监控后台采用国电南自 EyeWin 2.0 系统, 远动装置采用 PSX 610 通信服务器, 测控装置采用 PSR660 系列(110 kV 进线及主变)和 690 系列(10 kV 出线)测控保护装置, 10 kV 开关柜采用全电动操作机构。

2.3 程序化控制核心思想

要实现某条线路或间隔的程序化操作, 首先需要确定对象的所有运行状态, 然后根据运行状态间的转换关系, 配置顺控票^[11]。以 10 kV 出线为例, 该线路共

有运行(R)、热备用(W)、冷备用(C)、检修(S) 4 种状态,因此各个状态间的切换可以有如下 12 种操作: $R \rightarrow W$ 、 $R \rightarrow W \rightarrow C$ 、 $R \rightarrow W \rightarrow C \rightarrow S$ 、 $W \rightarrow C$ 、 $W \rightarrow C \rightarrow S$ 、 $C \rightarrow S$ 、 $W \rightarrow R$ 、 $C \rightarrow W \rightarrow R$ 、 $S \rightarrow C \rightarrow W \rightarrow R$ 、 $C \rightarrow W$ 、 $S \rightarrow C \rightarrow W$ 、 $S \rightarrow C$,分别对应着 12 个顺控票,包含了从初始状态到目标状态的所有操作指令。

负责程序化控制执行的远动装置接收到从本地后台监控或者远方主站发来的顺控启动指令后,根据具体的顺控指令及当前的运行状态调出对应的顺控票配置文件,读取文件中每一步操作步骤内容,依次向站内保护测控装置发出遥控指令,直到该票中所有步骤执行完成。

2.4 程序化控制的防误机制

采用程序化控制首要考虑的是操作的可靠性,PSX 610 远动装置通过如下手段保证顺控操作平稳顺利的执行:

a. 后台在定义完顺控票后,使用带校验的内部通信规约将票传输到远动装置中,远动在收到后需要重新检验语法及数据对象,保证两地顺控逻辑严格一致;

b. 顺控票在执行过程中,只有当前一步操作成功,才能进行下一步操作;

c. 每步操作前,都要判别预先在顺控票中所定义的该步操作的五防条件逻辑或其他条件是否得到满足,只有满足方可开始该步操作;

d. 执行完成后还要判断该步执行的结果逻辑是否正确,并将每一步执行成功或失败的过程信息送到本地监控系统或远方主站,供值班员参考;

e. 对于诸如手车和刀闸等机构执行较慢的一次设备,所在步骤可设置较长的超时等待时间,超过等待时间仍未成功,则判该步骤操作失败;

f. 提供了顺控急停和暂停功能,为了防止误发顺控命令或者顺控执行过程中出现其他意外情况,值班员可以紧急叫停执行中的顺控操作。

3 远动装置在程序化变电站中应用

大部分程序化操作都是在远方监控中心进行,无论是间隔层执行方式还是站控层执行方式,远动装置起上传下达的作用。一方面,它要接收远方传来的顺控启动指令,另一方面,需要将执行的详细过程信息传递到远方主站供调度员监控。此外,在远动双机、双通道冗余配置情况下,也要有专门考虑的地方。

3.1 与远方主站交换顺控相关信息^[12]

在远动中进行程序化顺控操作,可以利用站控层内全面的站内信息,以及 PSX 610 远动装置优良的可编程性,获得丰富的顺控执行的过程信息,并且可以通过多种渠道,将这些过程信息传递到远方主站,供远方调度人员全面了解程序化操作的执行情况。

传递方式中,最为简单方便的就是采用虚遥信方式,将顺控执行过程中已经执行的步骤数、是否成功、失败原因等以标志信息的形式上送到主站,但是这种方法传递的信息仍然有限。为了传递更多的顺控执行的过程信息,PSX 610 远动装置对 104 远动规约

做了如下扩展:

a. 在监视方向,扩展了 41 类型的应用服务数据单元(ASDU),专用于以字符串方式传递执行过程中的具体提示信息;

b. 按照 104 规约对传输扰动数据文件过程的定义,实现了传递文件的功能,可上传顺控票和操作日志,使得远方主站任何时刻都可调阅站内所有顺控票及日志记录,做到对站内顺控信息了如指掌。

目前,PSX 610 与本地后台监控就是采用扩展后的 104 规约通信,后台作为 104 规约主站端,可以召唤远动中的顺控票和顺控日志。如果在后台启动顺控的执行指令,就可以接收到详细的执行过程信息。现场调试证明,这种方式在对投运前顺控操作的试验有很大帮助。

3.2 双机、双通道冗余配置下的策略

目前的程序化变电站多是 110 kV 或更低电压等级的无人值守站,对于可能出现的 220 kV 甚至更高电压等级的程序化变电站,就需考虑远动双机、双通道互为备用情况下对于顺控操作造成的可能影响。

理想情况,2 台远动独立工作,对上通道也各自保持独立,由集控站选择在通道情况良好、工作正常的当前主机上执行顺控即可。这种方式实现简单方便,主站可以根据远动装置的工作情况、信道质量情况等因素综合考虑是否进行顺控,由哪台远动执行顺控,可以保证较高的操作成功率。

若考虑在有通道切换和主备机切换的情况下,则首先需要注意通道切换是否可以做到无缝切换,即下行遥控信息和上行的顺控执行过程信息保证在切换前后不漏发、重发。通常在远动装置或者通道切换装置的软件中,用开辟缓冲区过滤传输信息的方式就可以达到该目的。

而对于主备机切换情况,则要把把握好主备机切换的时机问题。正在进行顺控操作的主机,原则上只要不影响顺控执行,就可以不进行切换。若确实影响到顺控的继续执行,则需将顺控已经执行和剩余未执行的相关信息传递到备机,在备机具备继续完成接下来操作的情况下,由备机完成剩余的顺控执行。

4 程序化变电站今后的工作

程序化变电站这种全新的运行方式对站内一次设备、二次设备及变电站通信等各个环节的可靠运行都提出了更高的要求。同时,也对今后程序化变电站的设计、调试、运行及后期维护等诸多方面都提出了新的课题和任务。

在程序化变电站后期扩建中,如何在不影响已运行线路的情况下,对后上线路的程序化操作进行逻辑验证?为此可能需要专门开发一个仿真系统,既可以接进空载开关的分合信号,又可以对运行中的开关信号人工置位,保证后上线路顺控票也可以得到验证。

在保证每个顺控操作都绝对无误的情况下,如何能够提高现场调试的工作效率?程序化变电站前期的调试工作量较大,为了提高工作效率,就需要一次设备、二次设备厂家以及用户之间更多的沟通和

协调,制定详细的、经过优化的调试和验收方案,保证在验证全面性的基础上,既能够避免重复劳动,又能够达到提高效率的目的。

另外,101、104等远动规约在制定的当初并没有专门考虑顺控信息的传输,如何在现有规约基础上进行统一的扩展,避免规约版本泛滥,也是值得讨论并在实践中摸索的地方。

目前的程序化变电站中,顺控操作票的定义和后期的维护都是由厂家负责,这样就可能会由于双方理解上的不同或者沟通方面的原因,导致操作票的定义出现偏差。另外,在实际运行过程中,如果操作人员对顺控票的五防逻辑不熟,也会影响到程序化操作的正常进行。因此,一方面,厂家应当提供尽量友好和方便的顺控操作票定义工具供用户使用,另一方面,也需要运行部门的操作人员更多地参与到顺控操作票的定义和维护过程中,才能保证变电站日常的程序化操作能够可靠地进行。

5 结语

从陈塘变现场的调试验收和投运后的实际运行情况可见,程序化操作放在远动装置中进行,具有工程实施和维护方便、定义灵活、顺控过程信息丰富、可靠性高等诸多优点。同时,作为一种全新的运行模式,程序化变电站在今后的工程实施中,在设计、调试及运行等各环节,仍有一些需要注意和有待进一步提高的地方。

总之,变电站采用程序化操作方式,极大提高了日常变电操作的工作效率,降低了人为因素导致误操作的可能性,增加了安全可靠性,将会得到广泛应用。

参考文献:

- [1] 黄益庄. 变电站综合自动化技术[M]. 北京:中国电力出版社, 2000.
- [2] 金午桥. 变电站自动化系统的发展策略[J]. 电力系统自动化, 1999,23(22):58-62.
JIN Wu-qiao. Development strategies of substation automation system[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999,23(22): 58-62.
- [3] 方自立. 110 kV 无人值班变电站现场技术[J]. 电力系统自动化, 1999,23(9):57-58.
FANG Zi-li. The technique associated with site of 110 kV unattended substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999,23(9):57-58.

- [4] 陈志军. 国内外变电站无人值守的比较与思考[J]. 广东电力, 2006,19(1):35-38.
CHEN Zhi-jun. Some comparisons and opinions of non-attended substations[J]. Guangdong Electric Power, 2006,19(1):35-38.
- [5] 唐涛. 国内外变电站无人值班与综合自动化技术发展综述[J]. 电力系统自动化, 1995,19(10):10-17.
TANG Tao. Technological development summary of unmanned and comprehensive automation systems for foreign & domestic substations[J]. Automation of Electric Power Systems, 1995,19(10):10-17.
- [6] 马银山. 电气倒闸操作及误操作分析[J]. 中国电力, 2003,36(5):43-46.
MA Yin-shan. Analysis of electric operation and operational errors[J]. Electric Power, 2003,36(5):43-46.
- [7] 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.
- [8] 杨奇逊. 变电站综合自动化技术发展趋势[J]. 中国电机工程学报, 1996,16(3):145-146.
YANG Qi-xun. Development thread of integrated protection and control in power substation[J]. Proceedings of the CSEE, 1996, 16(3):145-146.
- [9] 赵祖康,徐石明. 变电站自动化技术综述[J]. 电力自动化设备, 2000,20(1):38-42.
ZHAO Zu-kang, XU Shi-ming. A summary of substation automation technology[J]. Electric Power Automation Equipment, 2000, 20(1):38-42.
- [10] 胡道徐,石建. 为变电站自动化设备定制 Linux 系统[J]. 电力自动化设备, 2003,23(2):71-72.
HU Dao-xu, SHI Jian. Customizing Linux for substation automation equipment[J]. Electric Power Automation Equipment, 2003,23(2):71-72.
- [11] 苏盛,LI K K,曾祥军,等. 通用变电站操作票生成方法的研究[J]. 电网技术, 2004,28(14):15-22.
SU Sheng, LI K K, ZENG Xiang-jun, et al. Research on versatile generation method of switching orders for substations[J]. Power System Technology, 2004,28(14):15-22.
- [12] 孙军平,盛万兴,王孙安. 远动信息网络传输方法[J]. 电网技术, 2002,26(17):4-6.
SUN Jun-ping, SHENG Wan-xing, WANG Sun-an. A network-based transmission method for telecontrol information[J]. Power System Technology, 2002,26(17):4-6.

(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:

丁 泉(1979-),男,江苏南京人,工程师,主要从事电力系统自动化方面的研究与开发工作(E-mail:dingq@sac-china.com)。

Programmed operations of substation and execution by telecontrol device

DING Quan, ZHU Lai-qiang, HU Dao-xu, JIANG Yan-jun, JIANG Hui

(Guodian Nanjing Automation Co., Ltd., Nanjing 210003, China)

Abstract: The concept of programmed substation operation is introduced, that is to realize daily substation operations by executing the pre-programmed operating logic. Through the comparison between two implementation modes (bay level implementation and station level implementation), and combined with the engineering instance of 110 kV substation, the advantages of station level implementation mode is expatiated, in which the operating logic is programmed in local monitoring system and executed by telecontrol devices. Key points which need more attention and effort in future projects are summarized.

Key words: programming substation; telecontrol devices; station level