

# 远动程序化操作若干问题的分析

汤震宇<sup>1</sup>, 梁雯<sup>2</sup>, 代小翔<sup>1</sup>, 尤小明<sup>1</sup>

(1. 南京南瑞继保电气有限公司, 江苏南京, 211102;

2. 江苏海能电力设计咨询有限责任公司, 江苏南京 210028)

**摘要:**介绍了调度程序化操作涉及各个关键技术环节,给出了远动装置作为站控层集中式程序化操作服务器在设备态定义和传输、操作票号的命名和使用、操作票的执行、过程信息的交互、操作防误闭锁的实现以及操作预演等环节的设计方案,并设计了远动通信的过程细节,结合工程实例和运行经验展望了未来调度程序化操作的应用前景。

**关键词:**程序化操作;远动;变电站自动化;操作票

**中图分类号:**TM764

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2013)01-0047-03

程序化操作(也叫顺控、顺序控制)已经是智能变电站的基本需求,是智能电网大运行体系的重要技术支撑,可以实现变电站无人值班操作,起到提高操作正确性、简化管理流程的作用<sup>[1]</sup>。程序化操作的关键技术包括设备态的定义和传输、操作票号的命名和上下贯通、操作票的定义和传输、操作票的执行和过程信息交互、操作的防误闭锁、组合票和二次票、操作预演。文中以远动装置作为程序化操作服务器就上述各技术点的设计实现展开论述。

## 1 程序化操作的过程设计

### 1.1 设备态的定义和传输

间隔设备态用双字节整型数来表示,采用其bit0~15共16位来表示该间隔的16个基本设备态,间隔运行的真实态值就用这16个基本设备态来组合。该定义模式可以表达间隔同时处于2个设备态的情况,例如线路在两段母线间进行热倒操作过程中同时处于正母运行态和副母运行态。设计中可以考虑采用0表示间隔的不确定态(通过运算无法得出符合规范的设备态值),并有单独的品质描述。

间隔设备态应该在电网监控系统范围内统一编排定义,统一命名,不需要工程现场去编排设计,主子站均只需要将规范中指定的设备态值拿过来用即可。

设备态值的远动通信采用遥测传输,传输过程完全遵循IEC101和IEC104标准规则,可以支持变化遥测主动上送、站召唤应答上送、循环主动上送等方式,遥测类型可以支持整型、短浮点,遥测的品质定义和普通遥测一致。设备态遥测的变化阈值应该小于等于1。

### 1.2 操作票的定义和传输

操作票存放在变电站远动机上,操作票号的命名应该包括操作对象编号、源态、目标态信息,操作对象

编号包含厂站编号和间隔编号。操作票号格式为厂站编号\_间隔编号\_源态\_目标态。操作票号的命名规则应该在电网监控系统范围内统一。

操作票号是程序化操作整个过程的唯一依据。操作票号在程序化操作过程中上下贯通传递,不另外做映射关系或者配置文件来维护操作票号和操作本身的关系。

操作票号的上下贯通原则举例如下,例如采用“厂站A\_间隔1\_源态\_目标态”作为厂站A间隔1的某张操作票的票号,则:(1)主站在HMI上操作的时候就形成“厂站A\_间隔1\_源态\_目标态”字段作为操作票号;(2)主子站通信报文采用该票号字符串作为报文的识别字段;(3)厂站端程序化操作服务器使用该票号作为操作识别依据;(4)操作票文件的编辑存储使用该票号作为命名依据。操作票文件的命名在主站、子站是完全一样的。操作票号上下贯通于程序化操作的整个过程,不需要另外人工配置和维护映射关系。

厂站内的操作票格式和具体的站内通信协议和操作对象有关,不同的厂站不同厂家的监控系统可以有不同的实现办法,从调度的角度也没必要对站内封闭的监控网络的操作命令进行强制性规定。

主子站之间传输的操作票应该明确其格式,目前可以考虑的操作票格式有XML和TXT文本两种,XML是国际通用的标记语言,但是当前的工程实例中均使用TXT格式,显示直观简单。操作票的格式举例如下。

XX线路从副母热备用到副母冷备用的操作票实例:

上传时间:2012年03月12日09时54分43秒

操作票任务名称:从副母热备用到冷备用

操作步骤数:2

步骤001:拉开虎陆25263线路刀闸

步骤002:拉开虎陆25262副母刀闸

操作票传输采用 IEC104 扩展报文 ASDU116 的文件传输附加数据包实现 [2], IEC104 扩展 ASDU116 的结构如图 1 所示。扩展报文不仅仅为操作票文件传输设计,而是作为程序化操作、文件传输、IEC103 通用分类服务的统一入口。

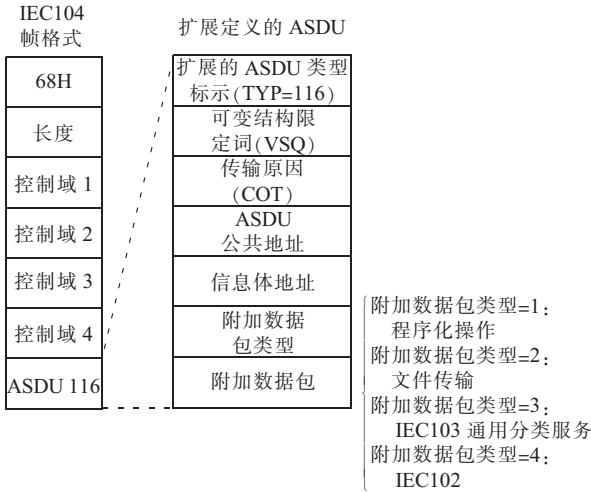


图 1 IEC104 扩展 ASDU116 的结构

操作票文件传输过程如图 2 所示。

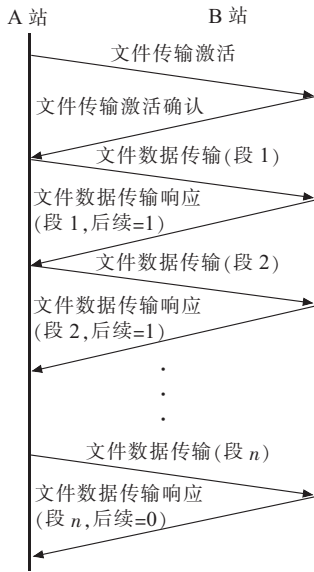


图 2 文件传输过程

1.3 操作票的执行和过程交互

操作票的执行和过程信息交互采用 IEC104 扩展 ASDU116 中的程序化操作附加数据包来实现。该报文可以完整实现程序化操作的启动、急停、继续、撤销、确认等交互操作,可以传输操作肯定确认、操作否定确认、单步操作成功、单步操作失败、信息提示、失败原因、操作结束等过程信息。随着高级应用的发展和无人值班模式的推广,过程信息的交互会变得越来越重要,调度端运行监视和操作管理需要知道操作过程的完整信息,扩展的 ASDU116 提供了过程交互的丰富空间,对将来可能需要的过程信息也可以灵活补充而不需要

对 IEC104 标准做很多特殊定义。

操作终端如测控装置等判断出来的操作失败的原因如联闭锁判断未通过、操作回路失电等信息可以传输到程序化操作服务器,这些信息上送到调度端将对运行监控有极大帮助。

控制方向的程序化操作命令如表 2 所示。其中,操作限定词可以表达操作启动、预演启动、操作急停、操作继续、操作撤销、肯定确认、否定确认等信息。

表 2 控制方向的程序化操作命令

字节	报文内容	说明
1	操作标识	1: 程序化操作命令
2	操作对象编号长度	x 个字节
3-(2+x)	操作对象编号	不带结束符
(2+x+1)-(2+x+2)	源态	低字节在前
(2+x+3)-(2+x+4)	目标态	低字节在前
(2+x+5)-(2+x+6)	步骤号	从 1 开始,0 无意义,低字节在前
2+x+7	操作命令限定词	操作命令描述

监视方向的过程信息报文如表 3 所示。其中,过程信息限定词可以表达操作结束、肯定确认、否定确认、操作成功、操作失败等信息。操作过程主子站交互如图 3 所示。

表 3 监视方向的过程信息报文

字节	报文内容	说明
1	操作标识	2: 程序化操作命令
2	操作对象编号长度	x 个字节
3-(2+x)	操作对象编号	不带结束符
(2+x+1)-(2+x+2)	源态	低字节在前
(2+x+3)-(2+x+4)	目标态	低字节在前
(2+x+5)-(2+x+6)	步骤号	从 1 开始,低字节在前
2+x+7	过程信息限定词	过程信息描述

1.4 操作的防误闭锁

建议采用的程序化操作防误闭锁策略为站控层五防结合间隔层的联闭锁。运动机的程序化操作服务器可以增加“五防校验投退”的控制字,用于设置是否需要经过站控层五防。站控层五防可以在远动中实现,也可以在站内其他中心实现,通过站控层通信总线进行五防校验。操作防误闭锁如图 4 所示。

1.5 组合票和二次票

组合票的组合工作建议由主站实现。主子站之间的交互过程是基于典型票,这样交互过程形式简单、意义明确,可以实现过程的标准化。组合票的操作在通信过程上表现为典型票的简单组合。

二次票是单独的一种特殊操作票,仅包含保护等的二次操作内容,如定值区切换、定值修改、软压板投

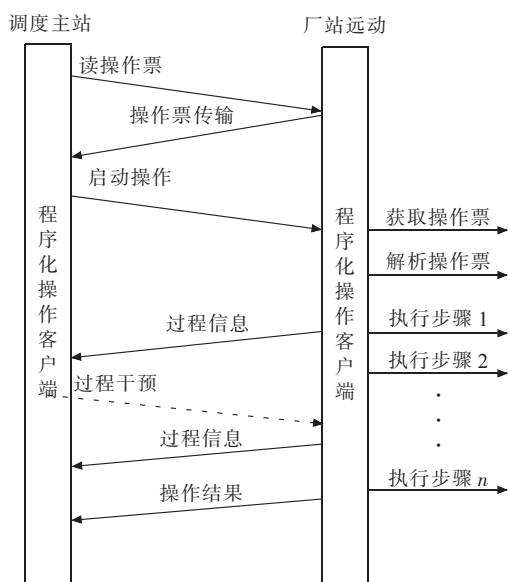


图3 程序化操作过程

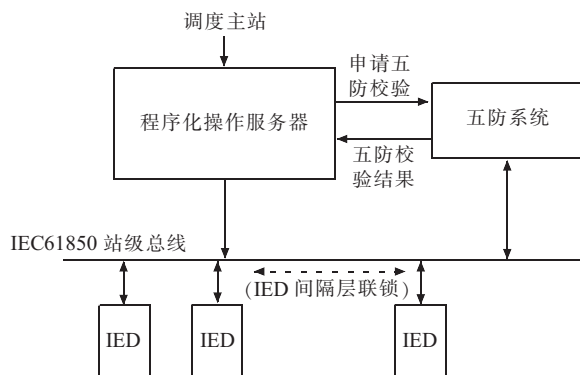


图4 程序化操作防误闭锁示意图

退等。二次票主要是在运行方式改变时可能用到。一次票中也有可能包含有二次操作内容，但是一次票是和设备态的变化关联的，而二次票的操作前后不会导致设备态的变化。因此二次票的票号无法用正常的源态目标态来表示，必须在系统内指定另外的编号来识别，并且在源态目标态中有相应的标志可以识别出是一次票还是二次票。

二次票的操作内容目前主要涉及定值和定值区号的修改，该操作应该在主站采用人工核对人工确认的办法实现。在目前的阶段，不管是从通信的角度还是从管理的角度，完全自动实现定值和定值区号的校验是不现实的。定值、定值区等保护数据的传输和修改可以通过扩展定义的 ASDU116 的 IEC103 通用分类附加数据包实现<sup>[3,4]</sup>。

### 1.6 操作票的预演

操作票的预演主要实现 2 个目标：验证操作票的正确性和验证操作票执行的条件是否具备。典型票的正确性已经在调试验收时得到验证，在运行时典型票的预演意义不大。组合票的预演也只能在站控层程序化操作服务器上模拟实现，不能预演到间隔层测控装

置，在一定程度上预演意义不是很大，所以一般调度程序化操作不做预演要求。

操作票的预演是通过模拟数据库实现的，就是在程序化操作服务器建立模拟库，根据操作票的逐步操作模拟产生的数据效果，并同时计算相应的设备态，将设备态值上送主站，模拟操作的整个过程。

## 2 工程应用

程序化操作已经在国网和南网的若干个站开展了试点，但一般是作为技改试点，目前还没有统一的标准和规范。在试点工程中有以下几个主要的问题值得注意：(1) 操作票号的命名和使用往往需要借助于多重映射，如采用纯粹数字编号的组合来表示操作对象和源态目标态，主子站均需要创建和维护该编号和实际对象之间的映射，这造成一定的工作量和运行风险。(2) 操作过程信息不能完整上送，或者主站不能正确接受和显示。操作过程信息交互其实是非常重要的。(3) 防误闭锁考虑得不够。对调度程序化操作没有从系统的角度去对调度的操作进行防误闭锁的整体设计。(4) 程序化操作的技改项目多但是实际运行中使用的较少，往往仅仅止于项目的验收。

## 3 结束语

程序化操作将是智能电网运行体系的重要特征，文中阐述的方案能够有助于解决目前存在的问题，如果能在电网运行单位形成规范，并在工程中切实关注并投入实用，不断积累经验和改进过程，对提高运行水平，建设高效的监控系统有着举足轻重的作用。

### 参考文献：

- [1] 王文龙, 胡邵谦, 汤震宇, 等. 程序化操作在变电站中实现的几个关键问题[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(22): 66-68.
- [2] DL/T634.5104-2002, 远动设备及系统第 5-104 部分传输约采用标准传输协议子集的 IEC60870-5-101 网络访问[S].
- [3] 丁泉, 朱来强, 胡道徐, 等. 变电站程序化操作及远动装置执行[J]. 电力自动化设备, 2007, 27(8): 119-121.
- [4] DL/T667-1999, 远动设备及系统第 5 部分传输规约第 103 篇 继电保护设备信息接口配套标准[S].

### 作者简介：

汤震宇(1975), 男, 江苏常州人, 工程师, 从事变电站自动化系统、智能远动通信、通信协议方面的研究和开发工作;  
梁雯(1983), 女, 安徽宿州人, 工程师, 从事电力系统变电站一次设计以及变电站自动化工作;  
代小翔(1979), 男, 四川宁南人, 工程师, 从事电力系统自动化技术及通信工作;  
尤小明(1983), 男, 湖北襄樊人, 工程师, 从事电力系统自动化通信工作。

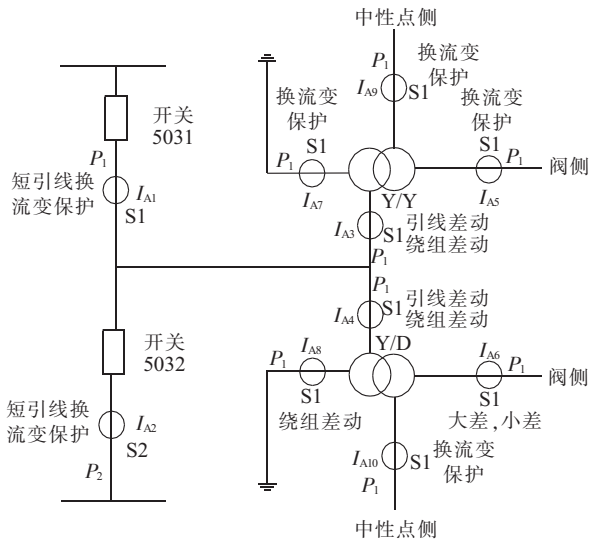


图3 政平换流站极 I CT 的配置

可见,各 CT 二次侧电流的测量值与理论计算值符合较好,从而验证了 CT 的极性与变比的正确性。

### 3 结束语

推导了换流站传输不同有功时无功的计算方法,

通过实测数据验证了该方法的正确性。提出了 CT 二次侧电流的计算方法,通过与实测数据的对比验证了政平换流站 CT 极性与变比的正确性。

#### 参考文献:

- [1] 陈坚. 电力电子学[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [2] 赵晓君. 高压直流输电工程技术[M]. 2版. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [3] 冯玉生, 李宏. 电力电子变装置典型应用实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [4] 王兆安, 黄俊. 电力电子技术[M]. 4版. 北京: 机械工业出版社, 2011.

#### 作者简介:

- 张剑(1982),男,湖北咸宁人,工程师,从事继电保护研究工作;  
肖宇华(1987),男,江苏江阴人,高级工程师,从事继电保护研究工作;  
袁宇波(1975),男,江苏丹阳人,高级工程师,从事继电保护研究工作;  
黄浩声(1979),男,浙江温岭人,工程师,从事继电保护研究工作;  
张佳敏(1986),男,江苏靖江人,工程师,从事继电保护研究工作;  
李鹏(1982),男,陕西周至人,工程师,从事继电保护研究工作。

## Testing Method with Loads of Direct Current Commutation Transformer

ZHANG Jian<sup>1</sup>, XIAO Yu-hua<sup>2</sup>, YUAN Yu-bo<sup>1</sup>, HUANG Hao-sheng<sup>1</sup>, ZHANG Jia-min<sup>1</sup>, LI Peng<sup>1</sup>

(1. Jiangsu Electric Power Company Research Institute, Nanjing 211103, China;

2. Nanjing Power Company, Nanjing 210019, China)

**Abstract:** In the testing of commutation station, the polarity and transformation ratio of CT need to be obtained by measuring the current magnitude and phase of the second side of CT. In this paper, calculation method of reactive power when transmitting different active power is inferred, of which the rightness is verified by testing data in the case of Zhengping commutation station. Calculation method of the second side of CT of converter transformer is proposed. Rightness of CT polarity and transformation ratio is confirmed by comparison with current value and calculated value of the second side of CT of testing data when transmitting 10% of nominal active power.

**Key words:** high voltage direct current transmission; relaying; current transformer

(上接第 49 页)

## Analysis of some cases in design of RTU Sequence Operation

TANG Zhen-yu<sup>1</sup>, LIANG Wen<sup>2</sup>, DAI Xiao-xiang<sup>1</sup>, YOU Xiao-ming<sup>1</sup>

(1. Nanjing NARI-Relays Electric Co. Ltd., Nanjing 211102, China;

2. Jiangsu Haineng Power Design Consulting Co. Ltd., Nanjing 210028, China)

**Abstract:** Some key problems in the realization of RTU sequence operation are introduced, this paper gives the design scheme of RTU devices as station level centralized sequence operation server definition and its transmission, naming and using of operation order number, execution of operation, process information interchange, implementation of anti-operation lockout, and operation rehearsal, remote communication process details are also designed. Combined with engineering examples and operating experience, the future scheduling programming operation implementation prospect is looked into the distance.

**Key words:** sequence operation; RTU; substation automation; operation order