

变电站程序化操作的远动接口实现

汤震宇¹, 秦会昌², 胡绍谦¹, 施静辉¹

(1. 南京南瑞继保电气有限公司, 江苏 南京 211102; 2. 山东烟台供电局, 山东 烟台 264000)

摘要: 分析了变电站程序化操作远动接口实现中的几个关键环节, 对操作方案、协议基础、操作票传输、间隔层信息连锁等程序化操作的核心问题进行了探讨。并以实际工程为基础比较了目前国内已经存在的几种实施方案, 给出了变电站远动装置实现程序化操作的优化设计: 集中式和分布式相结合, 以 IEC61850 和 IEC101、IEC104 扩展 IEC103 的协议为基础, 实现操作票的传输、态值的传递、过程信息的交互等功能。

关键词: 程序化操作; 远动; IEC61850; 变电站自动化; 操作票

Realization of the substation sequence operation telecontrol interface

TANG Zhen-yu¹, QIN Hui-chang², HU Shao-qian¹, SHI Jing-hui¹

(1. Nanjing NARI-Relays Electric Co.Ltd., Nanjing 211102, China; 2. Yantai Power Supply Bureau, Yantai 264000, China)

Abstract: This paper analyzes some key problems in the realization of the substation sequence operation telecontrol interface, and discusses the pivotal sequence operation problems about the operation scheme, the protocol foundation, the operation order transmission and bay level interlock information, etc. Through comparing several realization schemes which already have been applied in domestic practical engineering projects, this paper gives the optimized design scheme for realizing the sequence operation function of the substation telecontrol equipment. Though the combination of centralized mode and distributed mode, and on the basis of the protocols IEC61850, IEC101, IEC104 and IEC103, this new solution can realize operation order transmission, data information state transfer and process information interchange, etc.

Key words: sequence operation; telecontrol; IEC61850; substation automation; operation order

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)13-0083-05

0 引言

程序化操作就是按照预先设定好的控制逻辑或操作票, 一次性完成多个步骤的控制操作, 同时进行各种控制条件和五防闭锁逻辑的判断。程序化操作可以大幅度提高操作效率, 提高电力系统的安全可靠性, 并达到减员增效的目的。

全方位的程序化操作方案^[1]应该支持既可以在当地监控系统进行, 也可以在远方调度端进行。目前当地监控系统实现程序化操作的研究和实践已经比较成熟, 但是程序化操作的远动实现还没有一个广泛认可的方案。

远方调度实现程序化操作是电网智能化发展过程中无人值班变电站自动化系统的一个重要技术要求。本文探讨了程序化操作远动实现的实施方案、变电站内和远动通信的协议设计、操作票的传输、态值的传递、过程信息的传输以及在远动装置上的

配置办法等接口设计中的关键技术问题。

1 程序化操作远动接口的设计实现

1.1 程序化操作的方案

远动机站内程序化操作实现的方案目前基本上有两种^[2], 一种是远动机作为站控层程序化操作服务器的集中式方案, 将操作票的存储执行、操作序列控制、态的转换等过程都放在远动机上实现。第二种是间隔层装置为核心的分布式方案, 就是将程序化操作的基本要素置于间隔层的 IED(智能电子装置, 如保护测控)中实现, 包括操作票的存储、执行、联锁校验等。

这两种方案都有其优缺点。集中式方案的每一个单步操作都需要经过站控层服务器和间隔层装置的通信实现, 效率较低, 操作要素在服务器上的高度集中也使得系统风险大大提高。集中式的优点是

实现跨间隔操作有着天然的结构上的便利。分布式方案在操作效率上有明显提高，操作票的分布式存储可靠性高，间隔的后续扩建对已经运行的设备影响小，但是如果没有站控层设备的支持，跨间隔的程序化操作会比较困难。

分布式和集中式的结合则可以产生一种比较完善的程序化操作方案，将操作票存储在间隔层装置上，对于间隔内操作由间隔测控装置完成执行过程，对跨间隔操作则由站控层远动机来协助完成。经过工程的实践表明这也是比较理想的程序化操作远动实现的方案。

1.2 程序化操作的通信接口

程序化操作远动实现的重要基础是完善高效的通信协议，因此必须对远动机站内通信和调度通信两个接口的协议进行分析讨论。

1.2.1 变电站内通信协议的选择

国内变电站站内通信协议广泛采用 IEC60870-5-103。IEC103 规约是 IEC 在 1997 年制定的继电保护信息接口配套标准，缺乏以太网通信规范，没有变电站系统功能和设备的模型规范、缺乏权威的一致性测试，不同设备之间的互操作性差。国内 220 kV 以上电压等级的变电站主接线相对复杂，程序化操作往往需要涉及不同的间隔不同的 IED，所以需要有一个良好互操作性并且提供较好的横向信息交互机制的协议来完成。IEC61850 是新一代的变电站自动化系统的国际标准^[3]，目前在国内已经普遍为电力公司用户和主要的二次设备系统供应商所支持，可以较好地解决不同厂商设备间的开放无缝的互操作问题，面向通用对象的变电站事件 GOOSE 的应用也可以很好地解决间隔层连锁、横向的命令及操作信息的快速传输问题^[4]，考虑到互操作性及先进性，程序化操作变电站内宜采用 IEC61850 协议。

1.2.2 远动通信协议的设计

调度通信协议国内普遍采用 IEC101/104 规约^[5-6]，现有通信条件下 IEC101/104 的数据通信效率大大提高，已经具备传输较大数据的能力。因此我们可以通过 IEC101/104 的协议机制来传输程序化控制的操作命令、操作票、操作信息等数据。程序化操作会涉及到继电保护信息的传输，有时还会涉及到保护定值区的切换和校验，目前标准定义的 IEC101/104 的 ASDU 数据类型已经不能完整表达操作过程的信息传输，需要进行规约的扩展。

设计方案一：IEC101/104 协议中扩展 IEC103

的通用分类服务。

我们设计在 IEC101/104 的应用层报文中扩展 IEC103 通用服务数据单元，可以解决传输继电保护信息的实时性、传输效率、数据类型等问题^[7]。

操作命令可以采用应用层扩展 IEC103 通用服务的 ASDU10、ASDU21 来实现，其中明确定义控制的对象、源态值、目标态值，并且根据 IEC103 通用分类服务的带确认的写服务来进行交互。操作票传输可以采用 IEC101/104 的文件传输服务。操作过程信息和继电保护信息的传输采用 IEC101/104 下的扩展的 IEC103 通用分类服务来完成^[8]。

IEC101/104 中 ASDU10、ASDU21 的扩展可以用表 1 说明。

远动通信的 IEC101/104 报文经过 IEC103 通用分类服务的扩展可以全面实现程序化操作命令下达、操作步骤信息上送、继电保护信息上送等问题，不仅功能全面，而且实现起来灵活高效。

方案二：在 IEC101/104 标准定义的范围自定义保留使用的 ASDU52、ASDU127，用于传输操作票和程序化操作的命令和信息。

程序化操作的应用报文交互过程如图 1 所示。

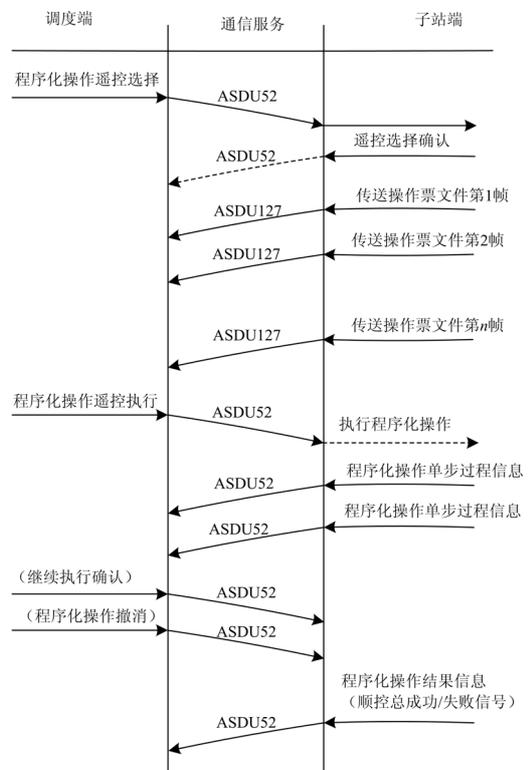


图 1 IEC101/104 自定义报文实现程序化操作的步骤说明
Fig.1 Operation steps of IEC101/104 based on extended message

表 1 IEC101/104 中扩展 IEC103 通用分类服务的报文定义

Tab.1 Message definition of IEC103 in IEC101/104

字节	报文内容	说明	备注	
1	类型标识 (TYPE)	118:IEC101 规约的自定义扩展	IEC101 中的 ASDU 公共部分字节定义	
2	可变结构限定词 (VSQ)	1		
3	传送原因 (COT)	3: 突发 5: 请求/被请求		
4	应用服务数据单元公共地址	厂站地址		
5	装置地址 (低)	低字节	装置地址	IEC101 中的 ASDU 数据域定义
6	装置地址 (高)	高字节		
7	103类型标识 (TYP)	10、21	IEC103 的 ASDU10、ASDU21	
8	可变结构信息词 (VSQ)	129		
9	传送原因 (VSQ)	3: 突发 5: 请求/被请求		
10	应用服务数据单元地址	厂站地址		
11	功能类型 (FUN)	254: 通用分类服务		
12	信息序号 (INF)	240-245: 通用分类服务功能		
13	返回信息标识符 (RII)			
14	通用分类数据集数目 (NGD)			
15-16	通用分类标识符 (GIN)			
17	描述类别 (KOD)			
18-20	通用服务数据描述 (GDD)			
21	通用服务标识数据 (GID)			
...	...			

从方案中我们看出自定义的报文交互过程机制比较简单, 软件实现也比较方便, 但是功能单一, 无法传输继电保护信息比如定值的修改等重要信息, 要实现操作过程信息的传输也比较困难。

方案三: 采用 IEC101/104 的常规遥控命令实现。

目前在国内部分老站的程序化操作改造中为保持主站系统的稳定采用了 IEC101/104 的普通的遥控命令来实现程序化操作。这种方案不需要对远动协议作自定义扩展, 实现简单, 但是存在无法传输过程操作信息、保护信息、操作票无法上传校核等关键问题, 只能是老站改造的一个过渡方案。在江苏新明变改造过程中南瑞科技主站和南瑞继保远动子站之间就是采用了这种方案。

国内对于站内程序化操作使用 IEC61850 协议基本上没有什么异议, 对于调度端程序化操作的远动通信协议还没有一个统一的标准, 主要的电力自动化供应商如南瑞科技、南瑞继保、国电南自、南京中德、鲁能集成等厂家之间形成了几种方案, 如 IEC101/104 扩展通用 103 的做法, 还有 IEC101/104 扩展 ASDU52、ASDU127 的做法, 还有采用常规遥控的做法。这三种方案均已经有实际的工程投入运行, 如苏州虎丘 220 kV 变、无锡新光变、厦门连坂变就是采用扩展通用 103 的做法, 江苏无锡变、深圳莲花山变采用的是扩展 ASDU52、ASDU127 的做法, 无锡新明变采用的就是常规遥控的做法。

方案一是程序化操作过程实现得最为完善功能最为全面的协议, 操作票文件的传输遵循已经有的 IEC 标准, 扩展的 IEC103 通用分类服务可以传输保护测控装置的全部信息, IEC101/104 和 IEC103 本身都是 IEC60870-5 的标准, 报文格式的定义没有随意性, 具备在不同厂商之间形成统一接口的条件, IEC103 通用分类服务的应用数据自描述能力也保证了今后通信功能上的良好的可扩展性能。

方案二目前在部分调度端程序化操作试点工程中使用。这个方案满足了程序化操作远动通信上的基本的需求, 传输了操作票、单步操作信息和最终结果, 但是报文传输内容已经固定定义, 没有可扩展性, 不能适应将来需求上的变化。

而方案三使用常规遥控命令实现程序化操作有很多固有的局限性, 目前只是老站的程序化操作改造工程中少量使用, 不具备推广价值。

因此在远动协议的设计上使用 IEC101/104 应用层扩展 IEC103 通用分类服务的做法应该是一个比较理想的方案。

1.3 操作票的存储和传输

程序化操作方案在当地监控系统和调度中心均可以进行, 则不同的操作源如何实现操作票的一致性至关重要。本文设计将操作票文件的建立放在当地站控系统计算机实现, 然后将操作票存储在间隔

层的 IED 中，作为操作执行的依据。而调度端和集控中心进行操作时先调看操作票文件，进行必要的核对后下达操作指令。操作票存储的唯一性保证了操作票的一致性^[9-10]。

操作票的传输可以采用 IEC101/104 的标准文件传输过程来完成。

操作票文件的传输过程如图 2。

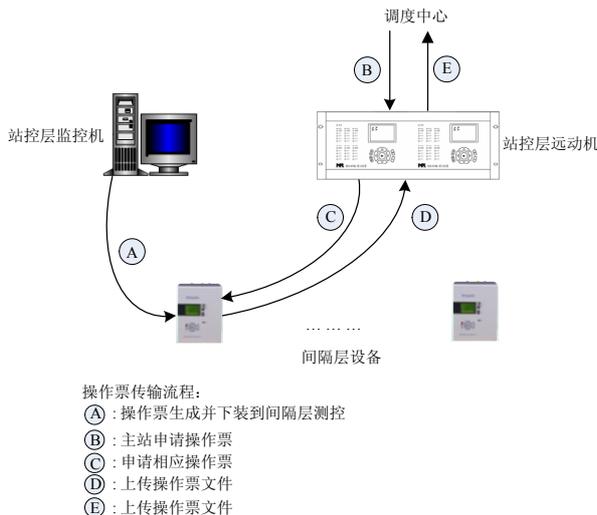


图 2 程序化操作运动实现的操作票传输过程

Fig.2 Operation order transmission procedure

图中明确给出了操作票文件的生成、存储、传输等环节。

操作票文件在站内的建立和存储格式和各个厂商的产品系统有关，但是远动通信中上传的操作票还是采用通用的文本格式为好，便于直观表达。下面即是苏州虎丘变远动装置 RCS9698H 实现转换后进行传输的虎陆 2526 线从副母热备用到副母冷备用的工作票实例。

上传时间：2007 年 10 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

票中以字符方式明确给出了操作任务和步骤名称，调度端可以直观显示，方便了交互确认。

1.4 操作过程信息的交互

程序化操作是一键启动的，但是操作过程的中间步骤执行情况以及有些判断需要人工参与，就需要调度运行值班人员进行中间过程的监视或者给出具体的干预指令。因此程序化操作中间过程信息不能准确实时地传输到主站也是非常关键的问题。中间步骤信息一般包括操作步骤的确认、撤销、急停等指令，因为程序化操作的核心单元是间隔层测

控，所以这些指令均需要通过远动通信装置转发到间隔层。

在 IEC101/104 中扩展 IEC103 通用分类服务的协议机制提供了灵活高效的信息交互性能。远动子站能够上传位置变化、确认信息，还能上传继电保护信息如定值的修改定值区的切换等，这就为全面实现各种操作票提供了良好的协议基础，使得我们的程序化操作的通信接口具备更加广泛的适应性。

1.5 态值的传递

程序化操作的目标就是实现目标间隔的态的转换，间隔运行的当前的态值需要实时正确地通过远动接口传输到调度系统。态值的传递首先是态值的准确表达^[11]，鉴于测控装置的配置存在跨间隔的可能性，因此态值采用位定义比较合理，态值的远动通信传递可以采用四遥中的遥测变化和遥测站召唤等方式实现，调度系统因此可以实时明确操作间隔的态的变化。

2 程序化操作在 RCS-9698GH 远动中的实现

南瑞继保公司远动机 RCS9698GH 在调度端程序化操作接口实现中已经有了比较成熟的经验。RCS9698GH 对下支持 IEC103 和 IEC61850，对上支持 IEC101/104 等远动协议，同时支持 IEC103 扩展方案，也支持 IEC101/104 的自定义 ASDU52 的方案以及普通遥控模式，全面实现了操作票的传输、操作过程控制、协议扩展等功能。

RCS9698GH 实现顺控操作的示意图如图 3。

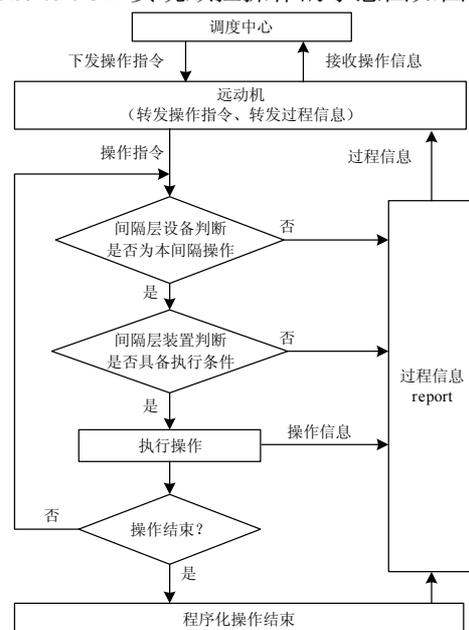


图 3 南瑞继保远动机 RCS9698GH 实现程序化操作的示意图

Fig.3 Sequence operation procedure of NR RTU RCS9698GH

在远动机 RCS9698GH 的配置中程序化操作属于控制操作, 配置主要的方式见图 4。

单口0(标准101调度规约)组态																	
可变更信息																	
单点遥信		双点遥信		双位置遥信		遥脉		单点遥控		双点遥控		遥调		遥步		配置列表	
地址	组号	多目号	PUN	INP	描述	操作类型	顺控特征字段										
65532	7	123	0	0	[自定义装置]桐栾311-运行	顺控61850B	(133.8.1-[133/10/1]-1)										
65532	7	124	0	0	[自定义装置]桐栾311-热备用	顺控61850B	(133.8.1-[133/10/1]-2)										
65532	7	125	0	0	[自定义装置]桐栾311-冷备用	顺控61850B	(133.8.1-[133/10/1]-4)										
65532	7	126	0	0	[自定义装置]桐栾312-运行	顺控61850B	(134.8.1-[134/10/1]-1)										
65532	7	127	0	0	[自定义装置]桐栾312-热备用	顺控61850B	(134.8.1-[134/10/1]-2)										
65532	7	128	0	0	[自定义装置]桐栾312-冷备用	顺控61850B	(134.8.1-[134/10/1]-4)										
65532	7	129	0	0	[自定义装置]桐栾313-运行	顺控61850B	(135.8.1-[135/10/1]-1)										
65532	7	130	0	0	[自定义装置]桐栾313-热备用	顺控61850B	(135.8.1-[135/10/1]-2)										
65532	7	131	0	0	[自定义装置]桐栾313-冷备用	顺控61850B	(135.8.1-[135/10/1]-4)										
65532	7	132	0	0	[自定义装置]桐栾314-运行	顺控61850B	(136.8.1-[136/10/1]-1)										
65532	7	133	0	0	[自定义装置]桐栾314-热备用	顺控61850B	(136.8.1-[136/10/1]-2)										
65532	7	134	0	0	[自定义装置]桐栾314-冷备用	顺控61850B	(136.8.1-[136/10/1]-4)										
65532	7	135	0	0	[自定义装置]桐栾 I 315-运行	顺控61850B	(137.8.1-[137/10/1]-1)										
65532	7	136	0	0	[自定义装置]桐栾 I 315-热备用	顺控61850B	(137.8.1-[137/10/1]-2)										
65532	7	137	0	0	[自定义装置]桐栾 I 315-冷备用	顺控61850B	(137.8.1-[137/10/1]-4)										

图 4 南瑞继保远动机 RCS9698GH 的程序化操作配置界面

Fig.4 Sequence operation configuration tool of NR RTU RCS9698GH

其中, 操作类型配置可以配置为普通遥控或者多种程序化操作模式, 顺控特征字段用于描述顺控的对象、态值的获取和转换。

RCS9698GH 目前已经在国内多个调度端程序化操作试点工程和科技项目中稳定运行, 验收测试的各项性能均受到了用户和合作厂家的良好评价。

3 结语

目前国内多家厂商已经在调度自动化通信中实现变电站程序化操作的问题上进行了探索。江苏的虎丘变、无锡变, 厦门的连坂变、深圳的莲花山变等工程已经将调度程序化操作作为重要的技术要点进行了尝试和研究, 也已经在实践中形成了很多有价值的经验。本文比较了实现过程中关键环节的多种设计, 探讨了一种性能较好功能比较完善的程序化操作远动接口的设计方案, 就是分布式和集中式方案相结合, 站内采用 IEC61850 规范, 调度通信采用 IEC101/104 应用层扩展 IEC103 通用分类服务的协议实现操作票指令和保护信息的传输, 操作票上送遵循 IEC101/104 的文件传输规则, 态值传递作为遥测进行。该方案也已经经过了实践的检验, 在国内的多例实际工程中取得了良好的应用效果。

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.
WANG Wen-long, HU Shao-qian, TANG Zhen-yu, et al. Some key issues in implementing sequence control in substation automation system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32 (22): 66-68.

[2] 叶峰, 沈峻, 杨世骅, 等. 程序化操作在变电站自动化系统中的实现[J]. 电力系统自动化, 2006, 30 (21): 90-94.

YE Feng, SHEN Jun, YANG Shi-hua, et al. Implement of sequence control in substation automation system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30 (21): 90-94.

[3] 谭文恕. 变电站通信网络和系统协议 IEC61850 介绍[J]. 电网技术, 2001, 25 (9): 8-11.
TAN Wen-shu. Introduction to substation communication network and system—IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25 (9): 8-11.

[4] DL/T860.5-2006 变电站通信网络和系统第8-1部分: 特殊通信服务映射 (SCSM)——到制造报文规范 MMS (ISO 9506-1 和 ISO 9506-2) 和 ISO8802-3 的映射[S]. DL/T860.5-2006 communication and system in substations part 8-1: specific communication service mapping (SCSM)——mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO / IEC 8802-3[S].

[5] DL/T634.5101-2002 远动设备及系统第 5-101 部分 传输规约基本远动任务配套标准[S]. DL/T634.5101-2002 telecontrol equipment and systems part 5: transmission protocols section 101: companion standard for basic telecontrol tasks[S].

[6] DL/T634.5104-2002 远动设备及系统第 5-104 部分 传输规约采用标准传输协议子集的 IEC60870-5-101 网络访问[S]. DL/T634.5104-2002 telecontrol equipment and systems part-5-104: transmission protocols-network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles[S].

[7] 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]. DL/T667-1999 telecontrol equipment and systems part 5: transmission protocols section 103 companion standard for the information interface of protection equipment[S].

[8] 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.
DING Quan, ZHU Lai-qiang, HU Dao-xu, et al. Programmed operations of substation and execution by telecontrol device[J]. Electric Power Automation Equipment, 2007, 27 (8): 119-121.

[9] 王文龙, 刘音, 代小翔, 等. 程序化操作变电站扩建问题探讨[J]. 电力系统自动化, 2009, 33 (7): 86-89.
WANG Wen-long, LIU Yin, DAI Xiao-xiang, et al. Influence of sequential operation on an expanded substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2009, 33 (7): 86-89.

[10] 刘炬, 余斌, 王志林, 等. 与通信协议无关的分布式变电站程序化控制方案[J]. 电力系统自动化, 2009, 33 (7): 47-51.

(下转第 143 页 continued on page 143)

4 结语

换流变压器保护系统的可靠与否, 直接关系到一次主设备的安全和交直流输电系统的稳定运行; 通过多个直流输电工程的实践, 南方电网直流输电系统换流变压器保护得到了不断的完善和发展, 同时, 也暴露出了一些问题, 如非电气量保护的可靠性、励磁涌流的不良影响及换流变保护与交直流系统保护的配合等, 这在运行维护及未来直流输电工程的实施时, 需要引起特别重视。

参考文献

- [1] 浙江大学发电教研组直流输电教研组. 直流输电[M]. 北京: 水利电力出版社, 1985.
- [2] Narendra K G, Khorasani K K, Sood V K, et al. Intelligent current controller for an HVDC transmission link[J]. IEEE Transactions on Power Systems, 1998, 13 (3): 1076-1083.
- [3] 杨汾艳. 直流输电系统主回路和控制器参数优化选择研究[D]. 杭州: 浙江大学: 2007.
- [4] 朱韬析, 王超. 天广直流输电换流变压器保护系统存在的问题[J]. 广东电力, 2008, 21 (1): 7-10.
ZHU Tao-xi, WANG Chao. Problems existing in protective system of converter transformer used in Tian-Guang HVDC project[J]. Hangzhou: Guangdong Electric Power, 2008, 21 (1): 7-10.
- [5] 余建国, 晁剑, 钱海. 天广直流输电工程极 1 单极运行强迫停运故障原因分析和改进措施[J]. 电网技术, 2002, 26 (5): 80-83.
YU Jian-guo, CHAO Jian, QIAN Hai. Analysis of forced outages of pole1 in Tian-guang HVDC transmission project under single pole operation and its counter measures[J]. Power System Technology, 2002, 26 (5): 80-83.
- [6] 丁钊, 韩伟强. 天广直流输电系统双极运行情况总结[J]. 电网技术, 2003, 27(9): 49-54.
DING Zhao, HAN Wei-qiang. Summary of bipolar operation situation of Tian-guang DC power transmission system[J]. Power System Technology, 2003, 27(9): 49-54.
- [7] 朱韬析, 王超, 张雪松, 等. 浅析空载投入换流变压器对直流输电系统的影响[J]. 电力系统自动化, 2007, 31 (23): 108-112.
ZHU Tao-xi, WANG Chao, ZHANG Xue-song, et al. Analysis of impacts on HVDC transmission systems when converter transformers are energized[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31 (23): 108-112.
- [8] 李书勇, 张海凤, 张鹏, 等. 广州换流站换流变压器差动保护附加闭锁功能浅析[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36 (22): 93-96.
LI Shu-yong, ZHANG Hai-feng, ZHANG Peng, et al. Analysis of additional block functions of converter transformer's differential protection serving in Guangzhou converter station[J]. Power System Protection and Control, 2008, 36 (22): 93-96.
- [9] 荆勇, 黎小林. 天生桥—广州直流输电系统的初期运行[J]. 电力设备, 2004, 5 (11): 18-21.
JING Yong, LI Xiao-lin. Initial operation of Tianshengqiao-Guangzhou HVDC transmission system[J]. Electrical Equipment, 2004, 5 (11): 18-21.

收稿日期: 2009-10-29; 修回日期: 2009-12-23

作者简介:

朱韬析 (1980-), 男, 工程师, 目前从事直流输电维护工作; Email: taoxi_zhu@hotmail.com

张敏 (1979-), 女, 本科, 工程师, 从事电力系统继电保护管理工作;

郭卫明 (1980-), 男, 工程师, 目前从事直流输电维护工作。

(上接第 87 页 continued from page 87)

- LIU Ju, YU Bin, WANG Zhi-lin, et al. A scheme for implementing distributed sequence control of substation automation system independent of protocol[J]. Automation of Electric Power Systems, 2009, 33 (7): 47-51.
- [11] 杨洪. 变电站程序化操作的探索与实现[J]. 电力自动化设备, 2006, 26 (11): 104-106.
YANG Hong. Research and practice of sequential operation in substation[J]. Electric Power Automation Equipment, 2006, 26 (11): 104-106.

收稿日期: 2009-07-21; 修回日期: 2009-08-18

作者简介:

汤震宇 (1975-), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向为变电站自动化系统, 远动通信, 通信协议方面的研究和开发; E-mail: tangzy@nari-relays.com

秦会昌 (1980-), 男, 工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护应用研究和管理;

胡绍谦 (1978-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事变电站自动化系统、IEC61850 协议相关产品开发。