

便携式保护在智能电网设备投运中的应用

姚亮, 陈琦, 邹磊

(国电南京自动化股份有限公司, 江苏南京, 211100)

摘要:变电站设备投运工作操作复杂、耗时较长,为此研制一种能够适用于传统变电站和智能变电站的新一代便携式保护装置。其与原来设备投运工作中的临时保护比较,具有更可靠、更方便、更经济的特点。该便携式保护在设备投运中的应用表明,减少了投运环节,降低了二次设备风险,提高了工作效率,保证了电网可靠性。

关键词:电网设备投运;便携式保护;航空插座;智能变电站

中图分类号:TM773

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2014)01-0042-03

随着电力系统的发展,现代电网的规模不断扩大,新建、扩建、改造、检修工作日益增多,而且传统变电站与智能变电站在较长的一段时期内会大量共存,同一座变电站内传统设备与智能设备也会在一段时期内同时在网运行,因此设备的改造投运工作日趋繁重。设备投运涉及设备验收、稳定校核、保护整定、方案编制、调度操作、现场作业等诸多环节,是一项复杂的电力工作,需要计划、调度、变电检修工区、超高压工区等多部门专业人员互相协作,密切配合。电网日趋坚强,分层分区工作进一步深入,社会对电网供电可靠性要求也不断提高,现在的设备投运方案暴露出操作工作量大、风险高造成电网运行风险大、供电可靠性及效率低等问题,给电网的安全稳定运行带来极大隐患。为提高电网运行的效益、保障供电可靠、减少投运工作负担,亟需对电网设备投运方案进行风险评估分析,研究、制定改进措施,并建立全过程、全方位的电网安全预控体系^[1-4]。

1 便携式保护的研制

1.1 临时保护在投运中的应用现状

设备投运一般都需要进行冲击合闸、核相、二次定相、保护相量检查等工作。投运的继电保护装置,要带负荷对其接线正确性进行检测。以往变电站在设备投运时,校验保护或通过电流继电器和时间继电器组成的临时保护装置,如图1所示,或借用母联(分段)保护装置或者线路保护装置客串保护装置。其是一种非常简单的反应相间和接地故障的过电流保护^[5,6],但目前国内尚未有专业的临时保护装置,因此现场只能采用一些替代方案,亟需性能更加完善的,具有完整自检、自测、自校的便携式继电保护装置。

1.2 新式便携式保护的技术特点

基于可靠、安全、便捷的要求,为满足在不同变电站之间频繁移动使用,便携式保护采用了面向用户、

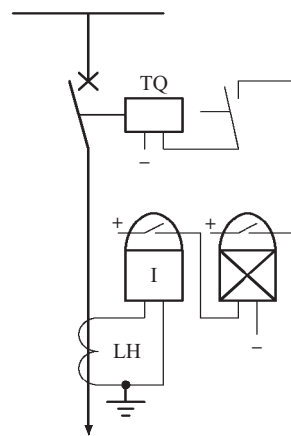


图1 电流和时间继电器的临时保护装置

应用及产品的嵌入式平台技术,符合DL/T478—2013要求^[7];机箱采用全封闭一次成型、背插式结构,具有较高的抗振动、粉尘和电磁干扰能力。箱体仅为215 mm(宽)×210 mm(高)×280 mm(深),面板将保护控制操作区域和外设接口区域分开。

可开启的透明面罩内的部分为保护控制显示及操作区域,由键盘、指示灯、液晶显示屏、压板、复归按钮组成。元器件合理的布局和面板的数控精密加工使该部分模块显得和谐、稳重,易于操作与观察,体现电力设备的可靠特质。同时透明面罩可防止无关人员误操作。而装置左侧的部分为外设接口区域,平时由一扇可开启的活动门防护,内置开关、航空插座、光纤接口。使用时将活动门打开,即可进行相应的操作。将功能区域进行明确划分既便于日常工作中的观察和使用,又可防止误操作,达到了美观和功能性的统一。装置满足GB 4208—2008标准^[8],设有防护面板,无外露端子,由于安全防护措施到位,可以长期安全运行,已申请外观图形专利并公开(申请号200930043076.2,公开号CN301161630)。

便携式保护适用更宽的直流电压范围88~253 V。为同时能满足传统变电站和智能变电站的应用需求,交流采样既能支持传统的模拟量采集,其中传统采样

自适应 CT 二次额定电流为 1 A 或 5 A 的工况,装置亦可以接收来自合并单元输出 DL/T 860.92 (IEC 61850-9-2) 或 GB/T 20840.8 (IEC 60044-8) 格式的采样值(SV)^[9-12]。而跳闸方式既能支持传统接点方式输出,也可以支持通过 GOOSE 报文方式输出跳闸信号,装置动作时同时输出跳闸动作接点和跳闸 GOOSE 报文,如图 2 所示。SV 采样及 GOOSE 服务在保护 CPU 中实现,通过装置通信光纤接口实现与其他设备进行通信。便携式保护主要由采样模块、CPU 模块、I/O 模块和人机交互模块组成,保证该保护能在不同电压等级、不同运行环境的变电站内均可靠、友好、通用的运行,已经申请实用新型专利并公开(申请号 201220604387.8,公开号 CN202997531U)。

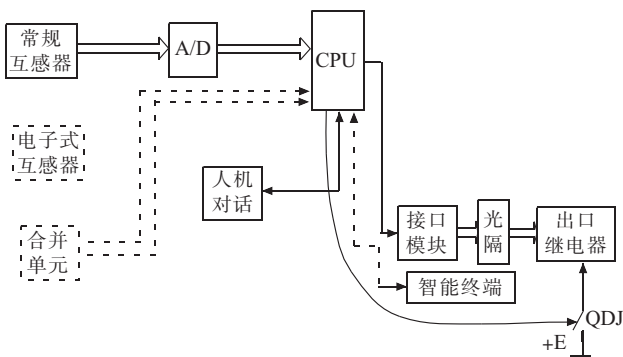


图 2 便携式保护模块配置

1.3 便携式保护与其他临时保护的对比

便携式保护与临时搭接保护和母联(分段)或线路保护客串保护的比较如表 1 所示。

由此可见,临时搭接的保护和其他保护客串的保护由于其自身原因,与专用的便携式保护比较,在经济性、安全性、可用性等方面有诸多不足。

2 便携式保护在投运工程中的应用

2.1 便携式保护的回路接入

便携式保护装置一般按单套配置,220 kV 间隔接于第二套保护屏,不启动失灵;500 kV 间隔接于断路器保护,启动失灵。若系统配置 2 套便携式保护装置,则分别接入对应的保护屏中,保护跳闸接点接入断路器对应的一组跳闸线圈。220 kV 旁路间隔单套配置便携式保护装置时,保护跳闸接点分别接入断路器的两组跳闸线圈。电缆接线时断开电流试验端子排 1D1、1D3、1D5 的试验连接片,回路按图 3 所示连接装置。

当 SV 采样和 GOOSE 跳闸时,只需要对应接入装置的光纤端口,装置根据配置的相关地址信息接收合并单元的 SV 报文和发送 GOOSE 报文至智能终端^[13-15]。

2.2 便携式保护在设备投运中的操作流程

变电站设备投运时,传统方案采用空出一条母线的办法,一次设备的倒闸操作较复杂,系统运行方式薄

表 1 装置性能对比

对比项目	便携式保护	临时搭接保护	其他客串保护	
保护性能	动作性能较好	保护动作快速性较差,动作值的离散值较大,不具备故障记录功能	动作性能较好	
定值范围	大	小	大	
通用性	电压	能同时满足电源电压 110 V 或 220 V	不能同时满足电源电压 110 V 或 220 V	不能同时满足电源电压 110 V 或 220 V
	电流	能同时满足额定电流 1 A 或 5 A	不能同时满足额定电流 1 A 或 5 A	不能同时满足额定电流 1 A 或 5 A
改造成本	低	较低	一般	
安装调试	设备少,接线简单,摆放位置灵活;调试方便,整定简单	设备较多,安装需要专用平台,接线复杂;调试难度较大,要求较高的专业技术水平	设备较少,接线难度一般,设备摆放位置不灵活;调试较为方便,难度较小,但由于仅采用部分功能,整定繁琐,容易出错	
可靠性	可靠性高	运行稳定较差,设备容易损坏	稳定性较高	
操作性	压板设置规范,运行操作简便,无需继电保护专业人员配合	压板设置规范性较差,运行操作难度较大,需继电保护专业人员配合进行	压板设置规范性较差,运行操作难度较大,需继电保护专业人员配合进行	
安全性	可以在屏内放置,无需采取特殊的外设安全措施,设备故障能及时报警	不能在屏内放置,强调外设安全措施,设备故障不能报警,要求注意运行监视	不能在屏内放置,要采取外设安全措施,设备故障能及时报警,需设施安全运行监视及巡视	

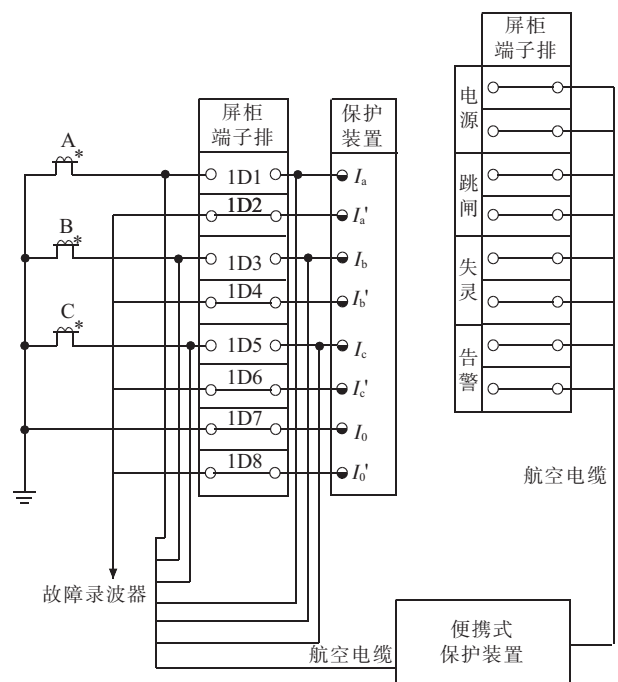


图 3 便携式保护电气接线

弱,启动时间长。启动方案必须充分考虑因系统运行方

式的调整而带来的不利影响,有时还需采取防全停措施直至临时限电,以防止产生不良后果。而在保护回路中加装便携式保护装置,可以减少运行一次设备操作的工作量,降低操作风险和系统运行风险,减少启动时间,提高供电的可靠性,确保电网的安全稳定运行。

(1) 经过检验合格后的便携式保护可以直接投入运行,不需要进行带负荷试验。

(2) 保护运行期间,不允许对便携式保护接线及其相关回路进行任何变动,应防止新设备保护带负荷试验工作影响保护的正常运行,防止保护失去电源、误退跳闸出口、失灵出口及电流回路开路或被短接等情况发生。

(3) 便携式保护为单套配置时,在设备冲击及保护带负荷试验期间,保护应始终处于投入运行状态。

(4) 单套配置的 220 kV 线路和 500 kV 主变 220 kV 开关临时保护在设备启动冲击前投入。设备保护带负荷试验时需先进行第一套设备保护的带负荷试验。所有试验正确结束,第一套设备保护投运后,再进行第二套保护带负荷试验工作,同时停用临时保护,此后临时保护不再投入使用。

(5) 双重化的便携式保护运行。保护装置带负荷试验采用逐套进行的方法,当第一套设备保护进行带负荷试验时,相应的第一套临时保护停用,第二套临时保护投入运行。第一套设备保护带负荷试验结束后,投入第一套保护,而第一套临时保护不再投入。随后停用第二套临时保护后进行第二套设备保护带负荷试验。第二套临时保护带负荷试验结束后,投入第二套设备保护,而第二套临时保护不再投入,并待启动试验项目结束后进行保护拆除。

2.3 便携式保护应用的经济分析

以双母线接线方式,配置 2 台主变、四回出线的典型 220 kV 变电站为例。采用传统启动方案时,启动前后方式的调整和恢复,变电站现场共约有 300 项操作、耗时约 6 h,而新的启动方案仅需约 70 项操作、耗时 2 h,不仅提高了工作效率,也降低了设备投运的风险。

与传统的空出一条母线的投运方案相比较,新的设备投运方案无需进行母线倒排工作。由于运行方式的来回调整增加了投运时间,传统投运方案一般每个间隔的母线倒闸一次需要 1 h。以每年投运主变 8 台(750~1 000 MV·A),每台 500 kV 主变以平均负载为 300 MV·A,正式投运推迟 8 h 计算,则减少的供电量约为 240 万 kW·h,以 10 元/(kW·h)计,每次经济效益为 2 400 万元,则一年新增的经济效益为 1.92 亿元。

3 结束语

该便携式保护装置采用保护控制操作和外设接口

分区设计;既支持传统模拟量输入,自适应二次额定电流 1 A 和 5 A,也能接收 SV 报文;既能提供传统的开出接点,亦能输出 GOOSE 报文。同时装置能在 110 V 或 220 V 直流电源的正常工作,传统电气量连接采用航空端子,数字量通信提供 LC 和 ST 两种光纤接口方式,可靠、安全、便捷地满足不同运行环境的变电站内使用要求。便携式保护在电网设备投运中的应用遵循“安全性、适用性、通用性、经济性”协调统一原则,无需进行母线倒排工作,减少在投运启动时的运行方式调整,合理减少操作风险,防止启动时的保护死区,通过提升工作效率和提高电网管理水平,促进了安全生产,带来良好的社会效应和较好的经济效益。

参考文献:

- [1] 牟善科. 电网检修计划安排与优化系统的研究与实现[D]. 杭州:浙江大学,2007.
- [2] 蒋献伟,黄民翔,许诺,等. 供电设备检修计划优化[J]. 电力系统及其自动化学报,2007,19(4):116-120.
- [3] 颜伟,林焯,罗锡斌,等. 考虑负荷转移的检修计划安全校核优化方法[J]. 电力系统自动化,2010,34(16):92-96.
- [4] 刘艳,刘国良,顾雪平. 输电网架恢复方案线路投运风险评估[J]. 电力系统自动化,2011,35(13):12-16.
- [5] 常风然,张洪,高艳萍. 新设备投运与继电保护运行方式[J]. 电力系统自动化,2003,27(21):89-91.
- [6] 秦江平. 关于电网新设备投运模式的探讨及建议[J]. 广西电力,2008,32(6):68-70.
- [7] DL/T 478—2013 继电保护和自动装置通用技术条件[S]. 北京:中国电力出版社,2013.
- [8] GB 4208—2008 外壳防护等级(IP)代码[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [9] DL/T 860.92—2006,变电站通信网络和系统 第 9-2 部分:特定通信服务映射(SCSM)映射到 ISO/IEC 8802-3 的采样值[S].
- [10] IEC 61850-9-2, Communication Networks and Systems in Substations-Part 9-2: Specific Communication Service Mapping (SCSM)-Sampled Values over ISO/IEC 8802-3[S].
- [11] GB/T 20840.8—2007 互感器第 8 部分:电子式电流互感器[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [12] IEC 60044-8 Instrument Transformers-Part 8 Electronic Current Transformers[S].
- [13] 冯亚东,李彦,王松,等. IEC 61850-9-2 点对点采样值传输在继电保护中的实现与应用[J]. 电力系统自动化,2012,36(2):82-85.
- [14] 李铁成,张兵海,张立,等. 投运前继电保护向量检查技术在智能变电站的应用[J]. 河北电力技术,2012,31(4):1-2.
- [15] 周斌,仇新宏,黄国方,等. 基于 IEC 61588 和 GOOSE 的交互式采样值传输机制[J]. 电力系统自动化,2012,36(20):80-83.

作者简介:

姚亮(1979),男,江苏南京人,高级工程师,从事继电保护及辅助装置领域的研究与开发工作;

2.2 软件设计方法

通过前述方法的归纳总结,采用前述方法进行编程设计给电脑钥匙带来如下2个优点:

(1)不需要对每种操作类型分别进行操作过程的跟踪与控制,只要把表达式用基本类型的操作和相应数据结构描述集合起来就可以统筹解决各类操作过程的控制如图1所示;

(2)无需更改程序就能适应新的操作类型扩充。

把操作步骤的数据结构按照表1的类型和逻辑关系表达式构建各自的映射表作为顺序控制驱动时^[4],软件的编程思路更为清晰,并且具有通用性。以操作类型R为例,将构建出操作表项如表2所示。

表2 操作顺序控制

顺序	基本操作	操作属性	位置编码
1	遥控	允许	
2	验电	有(验无电)	主锁号
3	循环操作开锁	有($0 < n \leq 20$)	$G_1 \sim G_n$ (任意匹配)
4	状态检测	有/无(无检测码则不检状态)	合位码 分位码

根据表格顺序执行相应的操作,其中循环操作每执行一次均有提示,可根据实际需要随时退出循环。

3 结束语

尽管电气设备的型号种类很多,但是通过对设备类型的分解和逻辑化的操作过程解析,组建相应的数据结构,可以化繁为简,使得用电脑钥匙执行操作票的过程变成对基本操作单元的顺序逻辑组合和循环,从而提高了编程效率,保证了程序正确性。当变电站设备有其他的闭锁和操作方式时,该方法具有较好的扩展性,只需要增加相应的描述表达式即可完成,而软件无需变更。

参考文献:

- [1] 赵旭峰,朱学勇. 变电站防误装置的功能及应用[J]. 江苏电机工程,2010,29(4):59-61.
- [2] 余亚林,王俊峰. 微机五防装置防误基本规则及闭锁逻辑式优化[J]. 广西电力,2012(3):24-26.
- [3] 周健. 变电所微机防误闭锁逻辑分析和改进[J]. 现代装饰理论,2011(11):99.
- [4] 陈邦达. 从微机五防到顺序控制[J]. 湖北电力,2012,36(2):21-22.

作者简介:

任金华(1954),男,安徽天长人,研究员级高级工程师,从事电力系统计算机应用。

Application of Lockout Logic Analysis in Computer Key Software Designing

REN Jinhua

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

Abstract: Using computer key to execute operation is the core of microprocessor-based anti-misoperation system, and is also the difficult part in designing the system. Through an investigation of anti-misoperation and lockout systems for various electrical devices, several basic operational operation units for lockout operation and state detection are pointed out. Based on the basic operational operation units, logic relationships between operational steps of various electrical devices, as well as corresponding expressions, are established. Module type based program designing method and logic relationships between operational steps of various electrical devices can simplify the process of software development, and satisfy the requirements of any electrical devices' operation.

Key words: computer key; block logic; misoperation

(上接第44页)

陈琦(1985),男,江苏盐城人,助理工程师,从事继电保护及辅助装置领域的研究与开发工作;

邹磊(1982),男,吉林长春人,工程师,从事继电保护及辅助装置领域的研究与开发工作。

Application of Portable Protection for New Device Commission in Smart Power Grid

YAO Liang, CHEN Qi, ZOU Lei

(Guodian Nanjing Automation Co. Ltd., Nanjing 211100, China)

Abstract: For tackling the complexity and time-consuming of new device commission, a new portable protection which applies to both traditional substation and smart substation is developed. Comparing to old temporary protection, the developed protection is more reliable, more convenient and more economical. The application of the proposed protection in reality shows that it reduces the course of new device commission, decreases the risk of secondary equipment, improves working efficiency, and enhances the reliability of the power grid.

Key words: new device commission; smart substation; portable protection; aerial socket