

水电站继电保护装置改造综述

邓丛林

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,四川成都 610072)

摘要:当前,大量老旧水电站陆续进入了改造阶段,继电保护装置改造是其中很重要的部分,笔者就老旧水电站继电保护装置改造涉及到的改造选型原则、改造方式、招标方案、施工调试注意事项和改造设计进行分析和探讨,提出了一些想法,可供类似情况参考。

关键词:老旧水电站;继电保护装置;改造方式

中图分类号:TU856

文献标志码:A

文章编号:1001-2184(2023)06-0130-04

Summary of Renovation of Relay Protection Devices in Hydropower Stations

DENG Conglin

(PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu Sichuan 610072)

Abstract: At present, a large number of old hydropower stations have entered the renovation stage one after another, and the renovation of relay protection devices is a very important part. This paper analyzes and discusses the type of selection principle, renovation mode, bidding scheme, construction and commissioning and design involved in the renovation of relay protection device of hydropower stations, and puts forward some ideas for reference for similar situations.

Key words: Old hydropower station; Relay protection device; Renovation mode

0 前言

二十一世纪初投产的大量水电站已陆续进入了二次设备改造阶段,继电保护装置改造是其中很重要的部分,事关电厂的安全稳定运行。微机保护装置在使用 12 年后即可安排更换改造,对于运行不稳定、工作环境恶劣的微机保护装置可根据运行情况适当缩短使用年限,提前进行改造^[1]。

近几年,先后完成了二滩水电站、官地水电站、白水江流域电站、沙湾水电站、铜钟水电站、南新水电站等水电站继电保护装置改造工程,笔者就水电站继电保护装置改造工程中涉及到的一些问题,以及应遵循的原则和注意事项进行阐述,供类似工程参考。

1 继电保护装置改造的必要性

继电保护装置在经过多年运行以后,会因为各种原因不能满足当前的安全稳定运行要求而进行更换改造,归纳起来主要有以下几个方面:

(1)保护装置可靠性降低,设备元件各项性能指标下降,误动、拒动的情况时有发生;

(2)保护装置型号停产,备品备件采购困难;

(3)保护装置出现家族性缺陷,保护功能缺陷,保护功能不完备;

(4)保护装置不满足最新的规程规范和相关管理文件的要求,比如不满足最新的反措要求,不满足“九统一”等调度管理文件要求;

(5)不满足智能化的需求,组网和数据通信能力不足。

2 继电保护装置改造原则

确立正确的改造原则是继电保护装置改造成功的关键,通过对多个成功实施的工程项目的总结,继电保护装置更新改造的一些基本原则主要包括以下几个方面:

(1)继电保护装置要满足“四性”要求。改造后的保护装置要满足保护的“可靠性”“选择性”“灵敏性”和“速动性”要求。这里的“四性”要求包括保护装置硬件、软件和设定定值,是对保护装置整体性能的要求。

(2)满足最新的规程规范和相关管理文件要求。继电保护装置改造的功能配置、相关二次接

线、组柜方式、屏柜命名方式等,要满足最新的规程规范和相关管理文件要求,如满足《继电保护和自动装置技术规程》GB/T 14285—2006、《变压器、高压并联电抗器和母线保护及辅助装置标准化设计规范》Q/GDW 1175—2013、《线路保护及辅助装置标准化设计规范》Q/GDW 1161—2014和反措的要求。

(3)继电保护配置要完善和优化。除了满足最新规程规范和相关管理文件的要求,还需根据具体主接线情况和运行需求进行保护功能配置的完善和优化,比如扩大单元接线的机组注入式定子接地保护为了防止相互干扰,只能投单台机组或不投注入式定子接地保护。那么没有投注入式定子接地保护的机组就采用双套基波零序加三次谐波原理。

(4)继电保护装置技术成熟、先进。改造后的保护装置应具有成熟的技术和高可靠性,满足入网许可;保护装置采用最新技术,具有前瞻性,具有组网和数据通讯的能力,保护应具备3个或以上以太网通信口,同时具备网络103和IEC 61850通信协议。

(5)继电保护装置改造要兼顾经济性。在保证保护装置各项技术指标最优的前提下,尽可能降低更新成本,即达到最佳性价比。

改造原则的确立,为继电保护装置改造取得良好效果提供了保障,这些原则贯穿整个改造工程。

3 继电保护装置选型原则

继电保护装置选型除了满足上述基本的改造原则,还要考虑某些因素并遵循部分基本选型原则。

(1)选用经电力行业认可的检测机构检测合格的保护装置。

(2)为防止装置家族性缺陷可能导致的双重化配置的两套继电保护装置同时拒动的问题,双重化配置的线路、变压器、母线、高压电抗器等保护装置应采用不同生产厂家的产品。

(3)同一类设备的保护装置型号应尽量统一,保护装置型号不宜过多,以利于设备维护和安全运行,也便于综合管理。

(4)为了便于后期售后服务,保护装置宜选用国产化品牌;随着技术的成熟,可逐步选用自主可控产品^[2]。

(5)保护装置不宜与故障录波装置同属一个

厂家。

4 继电保护装置改造工程

4.1 参建方及负责事项

继电保护装置改造工程涉及到的参建方主要包括:电厂、设计单位、设备生产供货厂家、施工单位、技术监督单位,以及调度管理部门。

电厂是继电保护装置改造工程的立项单位,统筹协调其余各参建方,编制改造工程项目执行计划,负责整个改造工程的进度、质量、安全和成本管控,负责合同采购和付款,组织竣工验收等。

设计单位主要负责改造工程的可行性方案报告、招标文件和技施图编制,参与相关审查会、设联会等技术讨论会和竣工验收,完成设代服务,提供通信点表、通信方式申请单和报批资料等。

设备生产供货厂家主要负责设备采购投标,参与设联会,提供设备生产图,完成设备现场交货,指导施工单位完成现场接线和调试,参与竣工验收等。

施工单位主要负责设备现场安装、接线和相关调试,负责施工计划、施工方案编制,负责现场施工组织和施工安全管理,负责与调度系统的联调,参与竣工验收并提供竣工图等。

技术监督单位主要负责整个工程各环节的技术监督,参与技术讨论会,对接调度单位需求并完成资料报批,审查设备生产图和设计单位技施图,组织继电保护专项检查,参与竣工验收等。

调度管理部门负责项目审查和立项批复,参与可行性方案审查、设联会等技术讨论会,审核继电保护配置图、发变组继电保护装置定值单,批复通信方式申请,完成调度端通信扩容,批复改造停电申请等。

上述参建方是基于工作任务角色进行定义的,具体工程实施时,其中的两项或多项工作可合并由一个单位负责完成,比如采用EPC或PC模式。有些工程项目也没有专门的施工单位和技术监督单位,设备的安装及接线、现场施工管理和部分技术监督工作由电厂自行负责,而调试工作和继电保护专项检查就由设计单位、设备供货厂家配合调试所完成。根据规定,发变组继电保护装置定值的核算由电厂负责,或委托有能力的单位完成。系统侧保护定值由调度管理部门负责提供^[3]。

4.2 改造方式选择

通常水电站继电保护装置改造有以下三种方式:

(1) 装置升级更换。将老旧装置整体更换为同一厂家的全新装置,原装置的屏内配线基本保持不变。这种方式基本无改接线,操作简单,工期短,但一般要求原保护装置为主流厂家产品,且多采用单一来源采购新设备。

(2) 掏屏改造。停电后将所有装置及内部配线拆下,在尽可能不动外部电缆的情况下,重新按照外部电缆顺序进行装置配线。这种方式适用于现场旧屏柜拆除困难的场合,可以减少对周边运行设备的干扰。

(3) 整屏更换。停电后将老旧屏柜整体拆除,在尽可能不动外部电缆的情况下,重新按照外部电缆顺序进行屏柜接线。这种方式相较于方式二可以缩短现场柜内配线的时间,整屏更换也比较美观。

文献对装置升级更换和掏屏两种改造方式进行了优缺点分析,并另行提出了一种基于原屏的配线转接盒改造方案,可以有效缩短工期,降低改造成本^[4]。

4.3 项目流程

继电保护装置改造工程实施流程一般包括以下几个主要环节:电厂项目立项→设计招标→可行性方案编制及审查→设备采购招标、施工招标、技术监督招标→设联会等技术讨论会→设备供货至现场→设备安装及接线→设备调试→继电保护专项检查→试运行→竣工验收。

在这诸多流程中,涉及到几个重要问题,下面专门进行阐述:

(1) 关于工期安排的问题。继电保护装置改造工程一般涉及到发变组和送出线路,相关保护装置改造更换时,出于安全和避免影响其他设备正常运行的考虑,相应的一次设备一般都会处于停电状态,这一定程度上影响了电厂的发电收益,因此,在做继电保护装置改造时,要提前规划安排好各个环节,尽量缩短工期,减少发电损失。通常可以从以下几个方面考虑工期安排:

① 按年、季、月和周制定严密的项目执行计划,确定节点目标,同时预留好裕度。

② 充分利用一次设备年检预试的时间安排施

工,减少其他停电时间。

③ 充分利用枯水期改造,枯水期机组一般不能全发或满发,可以借机对处于停机状态或低负荷运行的机组进行保护装置改造。

④ 优化施工工序,做好同步施工规划,比如改造主变保护装置时,可同步改造同一发电单元的机组保护装置。

⑤ 采用轮换改造的方式,尽量不影响电厂发电。比如当电厂有两回送出线路时,可以轮流改造线路保护装置,避免同时改造引起全厂停电;有两台主变的,也可以轮流更换主变保护装置。

文献对工程进度滞后的原因做了分析,提出了项目进度管控的一些方法^[5],可以参考。

(2) 关于招标方案的问题。继电保护装置改造工程根据各参建方工作分工,一般可分为设计标、设备采购标、施工标和技术监督标等。有些改造工程把设备采购和施工合成一个标;有些改造工程由于项目规模较小或者电厂人力资源充足,没有单独设置施工标和技术监督标,但总的来看,设计标和设备采购标都是必须的。

设计标较简单纯粹,主要是完成设计、咨询和现场代设服务工作,而设备采购标有两个问题需要注意:

① 根据反措要求,双重化配置的保护装置应采用不同厂家的产品。因此投标厂家需要就另一套保护装置进行外购;或者电厂招标时设 A、B 两个标段。A 标段包括双重化的 A 套保护装置以及其他单套配置的设备,B 标段仅包括双重化的 B 套保护装置,同一厂家投标时对 A、B 两个标段均进行投标报价,但中标 A 标段的厂家不再中标 B 标段。

② 根据川电调控〔2016〕84 号文附录 A 的规定,双重化配置的两套保护装置命名编号应遵循相关要求,比如南瑞继保主变保护装置命名为 1 号保护,许继电气主变保护装置命名为 2 号保护。当改造采购的保护装置命名与现场实际布置不一致时会引起接线上的困难,比如改造前 1 号主变保护柜含非电量装置由国电南自供货,但是改造后,根据命名规则,1 号主变保护柜由南瑞继保供货,2 号主变保护柜含非电量装置由许继电气供货。由于继电保护装置改造工程一般不涉及外部电缆更换,这就造成了改造前的非电量保护装置

外部接线电缆无法满足改造后的非电量保护装置的接线需求。解决这个问题一般有两种方式:第一种就是重新敷设非电量保护装置的外部接线电缆;第二种就是在采购招标时,每套主变保护柜内均含一台非电量保护装置,待合同谈判时,根据招标评标结果和命名规则,核减其中一台非电量保护装置,使之适应现场的外部电缆接线情况。

(3)关于施工的问题。继电保护装置改造工程中施工是其中重要的一个环节,对改造的工期、安全影响极大,需要招标有经验和实力的施工单位。电厂在做施工招标时,需要施工承包单位必须具备一定的施工资质且具有成功的继电保护装置施工业绩。施工单位在改造过程中应编制施工计划和“五措一案”,严格执行施工组织措施、施工技术措施、施工安全措施、环境保护措施、疫情防控措施和施工方案中的相关规定,如期高质量完成施工任务^[6]。如果施工招标合并到设备采购招标中,通常施工任务由A套保护装置供货厂家统一承包负责,此时一定要明确施工范围,尤其是与B套保护装置供货厂家之间的工作边界。

(4)关于调试的问题。继电保护装置改造工程的调试既包括对新更换的保护装置的单体和联动调试,还包括与之相关的对侧系统的调试,如计算机监控系统、故障录波装置、继电保护及故障信息管理子站、时间对时系统和电源系统等。

5 继电保护装置改造设计

要改造的继电保护装置都比较老旧,功能配置已不满足最新的规程规范和相关管理文件要求,继电保护装置改造时有几个常见的设计问题要注意:

(1)校核保护CT、PT。

①根据最新的负荷容量、电网系统短路电流水平,校核保护CT变比和饱和特性是否满足规范的相关要求^[7]。

②双重化配置的保护装置是否有独立的CT、PT二次绕组。

③母线保护用CT二次绕组要专用,即用于母线保护的CT绕组不能再串接其他保护装置^[8]。

(2)保护功能配置。为了防止相互干扰,双套配置的发电机转子接地保护需要切换大轴,一般需要设置大轴切换开关。为了防止相互干扰,扩

大单元接线的两台机组不能同时投入注入式定子接地保护。主变保护装置需具有倒送电保护和高压侧断路器失灵联跳功能。

220 kV及以上电压等级的母线保护应双重化配置,每套母线保护含母线差动和失灵保护功能,接入母线的断路器失灵保护功能由母线保护实现;母联(分断)断路器应配置独立于母线保护的充电过流保护装置,与操作箱合并独立组柜。

220 kV及以上电压等级的线路,每套线路保护装置的光纤通道应采用双通道,保护装置具有A/B口,双重化配置的线路保护装置通信通道采用三路由。

断路器操作机构带有本体防跳的要改造使用本体防跳,采用本体防跳时,跳位监视回路中需串接断路器常闭和防跳继电器常闭接点。断路器操作机构带有三相不一致回路的要改造启用本体三相不一致保护功能,其中四川电力公司所辖线路保护还应具有三相不一致保护功能。

6 结语

笔者阐述了对水电站继电保护装置改造的总体认识,对改造的必要性、改造原则、保护装置选型原则、改造方式、工期安排、招标方案规划、施工调试和改造设计进行了仔细分析和探讨,提出了相关建议,希望这些经验和想法能给类似水电站继电保护装置改造工程提供参考。

参考文献:

- [1] DL/T 587-2016 继电保护和安全自动装置运行管理规程[S].北京:中国电力出版社,2017.
- [2] 李友军,等.基于龙芯处理器的继电保护装置平台及关键技术[J].电力自动化设备,2022,42(3):218-224.
- [3] Q/GDW 422-2010 国家电网继电保护整定计算技术规范[S].北京:国家电网公司,2010.
- [4] 李游,等.基于原屏方案的继电保护装置改造研究与改进[J].电工技术,2020(23):117-119+122.
- [5] 王燕,等.继电保护装置技术改造项目进度管理研究[J].科技世界,2014(2):285+315.
- [6] 杨辉.现场继电保护装置技术缺陷及改造方案的研究[J].通讯世界,2013(14):84-85.
- [7] DL/T 866-2015 电流互感器和电压互感器选择及计算规程[S].北京:中国电力出版社,2015.
- [8] NB/T 35010-2013 水力发电厂继电保护设计规范[S].北京:中国电力出版社,2013.

作者简介:

邓丛林(1982-),四川眉山人,硕士,从事水电站励磁、保护系统设计,继电保护定值整定计算。(责任编辑:吴永红)