

紫坪铺水力发电厂发变组保护装置改造

曹建高

(四川省紫坪铺开发有限责任公司,四川成都 610091)

摘要:针对原发变组保护装置使用年限过长,电子元器件老化等问题,紫坪铺水力发电厂对发变组保护装置进行升级改造。经改造后,优化了保护配置,大幅提高了保护性能。同时,调试方便,动作可靠,减少了维护工作量和年维护费用,为我厂发变组设备的可靠运行提供了有利保障,也为今后设备改造提供了借鉴。

关键词:发变组保护装置;改造的必要性;改造项目;主要成果

中图分类号:[TM622];U224.2+2;TM403.5

文献标识码:B

文章编号:1001-2184(2018)04-0051-03

0 引言

紫坪铺电厂位于岷江上游,是岷江流域最大的水力发电厂,电厂装有四台混流式水轮发电机组,单机容量190 MW,总装机容量760 MW,发变组采用单元接线,1号、2号发变组,3号、4号发变组分别组成联合单元以一回500 kV出线送四川省电力负荷中心——成都,是川西电网重要的电源支撑点,在电网内具有调峰、调频和事故备用的重要作用,因此,发变组保护装置对于整个电厂安全运行至关重要。紫坪铺水力电厂原有发变组保护装置的采用南瑞继保公司的RCS-985系列发变组保护。每台机组按发变组单元配置两面保护柜,A柜为发变组保护RCS-985A装置,B柜为发变组保护RCS-985A装置和非电量保护RCS-974AG2装置,分别保护机组和主变压器安全稳定运行。

1 发变组保护装置运行现状及其改造的必要性

南瑞继保公司的RCS-985系列发变组保护装置在我厂自2005年投运以来,运行稳定,保护动作可靠,对机组安全稳定运行及故障的及时切除、分析等方面发挥了重要作用。但是随着使用年限的增加,电子元器件的老化问题日益凸显,维护成本和运行风险也逐年增加,若机组运行过程中保护装置误动或者拒动,将造成不可挽回的损失。为切实发挥发变组保护可靠性、速动性、灵敏性、选择性等优越性能,根据《DL/T 587-2007 微机继电保护装置运行管理规程》及《四川省电力公司电网设备技术改造原则》中“对常用微机型

保护及自动装置运行时间超过8年视运行状况及备品备件情况可逐步安排技术改造,但最长运行年限不宜超过10年”的相关规定,逐步对厂内4台发变组保护装置进行升级改造显得尤为重要。

2 系统组成及改造项目

2.1 装置选择

本次发变组保护装置改造采用南瑞继保公司PCS系列产品,不仅继承了RCS-985系列发电机变压器组保护的所有优点,并在保护判据方面有所改进,同时人机接口方面更加人性化,它提供一个发电机变压器单元所需要的全部电量保护。装置硬件和软件均采用模块化设计,灵活可配置,具有通用、易于扩展、易于维护的特点。

2.2 系统组成

改造后的发变组保护装置保留原有的两面屏,整个系统由保护装置、打印机、保护联片及相关端子排、空气开关等组成。如表1所示:

表1 紫坪铺水力发电厂发变组保护装置改造前后系统组成

改造前		改造后
A柜	RCS-985A	PCS-985AW(采用注入转子保护)
		RCS-985U(注入定子接地保护) 电源装置(RCS-985U专用)
B柜	RCS-985A	PCS-985AW
	RCS-974AG2	(采用乒乓球式转子接地保护) PCS-974A-G

2.3 改造项目

2.3.1 RCS-985保护装置更换

(1)A柜原RCS-985A保护装置拆除,更换为PCS-985AW保护装置。

(2)B柜原RCS-985A保护装置拆除,更换

为 PCS-985AW 保护装置。

2.3.2 RCS-974 保护装置更换及改造

(1) B 柜原 RCS-974AG2 保护装置拆除,更换为 PCS-974A-G 保护装置。

(2) PCS-974A-G 装置失灵保护:将失灵保护出口跳闸继电器 SLQD1 第一副出口接点端子接至 PCS-974A-G 非电量保护装置的非电量 2 延时跳闸输入,并将失灵保护出口压板 8LP23 名称改成投失灵保护(作为功能压板);非电量 2 延时跳闸出口压板名称改成失灵保护投跳,并将其固定延时设置为 0S。

(3) PCS-974A-G 保护装置非电量保护出口跳灭磁开关出口改为双出口,并增设相关压板及配线。

(4) PCS-974A-G 保护装置非电量保护出口跳相邻机组机端断路器出口改为双出口,并增设相关压板及配线。

(5) PCS-974A-G 保护装置“冷却器全停”跳闸矩阵修改,我厂因特有的主接线方式,该非电量保护只出口跳本机组机端断路器。

2.2.3 增加 RCS-985U 保护装置

(1) 发变组保护 A 柜配置注入式定子接地保护,该保护功能的实现需在接地变内新增 CT、隔离变等相关配件。

(2) 发变组保护 A 柜加装 RCS-985U 保护装置专用电源装置(注入式定子接地保护用)。

(3) 需从每台机组接地变处敷设三根 4 mm^2 的屏蔽电缆至发变组保护 A 屏。

2.3.4 引入时钟同步系统

从时钟同步系统分别引入 1 路时钟信号到每台保护装置,实现保护装置的准确对时(装置需能够同时实现 B 码及脉冲对时方式)。

3 改造后的主要成果

(1) PCS-985 系列发变组保护装置,它继承了 RCS-985 系列发变组保护的优点,可支持常规互感器或电子式互感器输入,支持电力行业通讯标准 DL/T667-1999、Modbus 通讯规约和新一代通讯标准 IEC61850。支持网口、串口通信,不需要额外配置通信转换装置,从而消除了 RCS-985 本身只支持串口通信,采用网口通信需增加通信转换装置的缺点。

(2) 支持离线和在线调试两种模式,调试和定值整定更加方便。增加电子盘备份功能,可用于备份恢复程序和配置,当更换插件时,可以从电子盘中恢复数据,减小工作量。菜单式操作,避免了 RCS-985 系列发变组保护装置相对繁琐的操作。

(3) PCS-985 系列发变组保护装置由标准化的元件构成,易于更换,软件具有足够的冗余度,各保护功能的保护范围的设定可保证在测量范围上有良好的后备。保护系统的软件、硬件具有容错功能和动作记录存储功能,即使某一子系统的部分软件或硬件故障也不影响该系统其它部分的正常工作。改造后,维护成本大幅降低,装置稳定性大幅增加。

(4) PCS-985AW 装置采用 8U 双层配置,上层智能插件,下层交流头或智能 I/O 插件,布局更加合理。装置内部所有回路(包括但不限于以下回路:交流、直流等采样回路,开入、开出回路等)的配置与现有装置配置一致,很好的克服了现场实际条件、发变组保护与原有设备的接口问题以及 CT 配置等诸多问题。更换屏柜原有的功能及出口压板,对压板名称进行双重标识(压板名称及压板编号),并对功能压板及出口压板进行颜色区分(出口压板:红色,功能压板:黄色,备用压板:本色),既符合标准化管理要求,又一定程度上避免运行人员误操作。

(5) 改造后,跳闸组件可根据实际情况、跳闸逻辑要求进行更改,有足够的跳闸回路,每一功能都能送出跳闸信号,每种保护动作的引出信号接点有不少于 2 对电气上独立转换接点输出(2 个报警接点),保护功能投退分别设软压板或硬压板,跳闸距阵出口回路设硬压板,不允许不经压板而直接去跳闸以及信号源分别取至不同组 CT,主后备保护共用一组 CT,两套保护装置出口对应不同的跳闸线圈,动作可靠性大大增加。

(6) 增加了发电机注入式定子接地保护。当发电机定子绕组发生接地故障,注入的电压、电流信号随之发生变化,通过导纳法可准确计算出接地故障的过渡电阻阻值,计算的电阻阻值与定子绕组的接地故障位置无关,可以反映发电机 100% 的定子绕组单相接地。具有以下优点:

①整个定子绕组各处具有相同的保护灵敏度,不受接地位置影响。

②低频信号和发电机的工频、分数次谐波、整数次谐波频率不同,机组正常运行或振荡时不会影响接地故障电阻阻值的计算。保护不受发电机运行工况的影响,在发电机静止、起停过程、空载运行、并网运行等各种工况下,该保护均能可靠工作。

③接地电阻跳闸判据设置了独有的安全电流限制技术,当接地故障电流很小时,可避免不必要的机组停机。采用注入回路阻抗精确补偿技术,无需测试接地变压器的详细参数,直接进行现场模拟接地故障试验即可完成参数补偿。

(7)增加了发电机注入式转子接地保护。在转子绕组的正负两端或其中一端(通常选择负端)与大轴之间注入一个电源,实时求解转子对地绝缘电阻值,保护反映发电机转子对大轴绝缘电阻的下降。具有以下优点:

①注入电源更加简单可靠,接线方式灵活,可根据现场转子绕组引出方式,选择单端注入或双端注入方式,硬件统一。采用自适应有源切换技术,注入电源的频率自适应调整。

②接地电阻的计算精度高,误差小于 $\pm 5\%$,灵敏度高达 $100\text{ k}\Omega$,不受转子电压影响,转子绕组不同位置接地时的灵敏度一致,能够在未加励磁电压状态下,检测转子绝缘情况。

③对于双端注入方式,可准确追踪接地故障位置,并可根据一点接地位置的变化实现转子两点接地保护功能。

(8)PCS-974A-G保护装置具有非电量保护、非全相保护、失灵启动、异常告警等功能。保护逻辑判据更加完善,动作可靠性大幅增加。

4 改造后试验结果

改造完成后,先后进行了发变组A、B屏的PCS-985AW开入检查,开出接点检查(报警信号接点检查、跳闸信号接点检查、跳闸输出接点检查),发变组保护电压、电流采样值检查,保护整组试验(发电机不完全差动1保护试验、发电机不完全差动2保护试验、发电机裂相横差动保护试验、发电机匝间保护试验、发电机相间后备保护

试验、发电机定子接地保护试验、发电机转子接地保护试验、定子过负荷保护试验、负序过负荷保护试验、发电机失磁保护试验、发电机过电压保护试验、发电机过励磁保护试验、误上电保护试验、励磁后备保护试验、主变差动保护试验、主变零序差动保护试验、主变相间后备保护试验、主变接地后备保护试验、主变过励磁保护试验、厂变差动保护试验、厂变后备保护试验、非电量保护试验)、保护联动试验,空载试验及并网试验等,各项试验数据均满足试验标准要求。

5 结语

紫坪铺水力发电厂发变组保护装置改造后,装置运行工况良好,全面地提高了对发变组设备的可靠监测和保护。新增的注入式定子接地保护,除了能实现原有 100% 定子接地无死区保护而外,还能对发电机的电机静止、起停过程、空载运行、并网运行等各种工况进行定子绝缘监视,对发电机接地电流进行实时监测限制,避免不必要的机组停机,避免了传统接地保护灵敏度受接地位置影响的缺点。新增的注入式转子接地保护,不受转子电压影响,转子绕组不同位置接地时的灵敏度一致,可准确追踪接地故障位置,灵敏度高,准确性好,有效减少了保护死区。更加人性化的人机交互功能和更加完善的保护逻辑判据既满足了继电保护技术监督、反措和各项相关技术标准的规定,又满足了事故报告准确、齐全、直观的要求,便于事故分析。同时改造后的装置维护、调试方便,动作可靠,减少了维护工作量和年维护费用,为我厂发变组设备的可靠运行提供了有利保障,也为今后设备改造提供了借鉴。

参考文献:

- [1] GB/T14285-2006 继电保护及安全自动装置技术规程[S]. 中国国家标准化管理委员会,2006.
- [2] 王维俭. 发电机变压器保护应用[M]. 北京:中国电力出版社,2007.
- [3] 蒋慧敏. 万家寨水电站发变组保护换型改造[J]. 电力学报,2010,25(1).

作者简介:

曹建高(1986-),男,四川泸州人,学士,工程师,从事水电厂设备运行管理工作。

(责任编辑:卓政昌)