

220 kV 母线保护改造技术原则探讨

左可飞, 崔明德, 李中华, 赵 念
(成都电业局, 四川 成都 610000)

摘 要: 鉴于四川电网 220 kV 电网日益增长的重要性以及部分 220 kV 变电站 220 kV 母线保护及断路器失灵保护装置超期运行的严峻性, 迫切需要对部分 220 kV 变电站 220 kV 母线保护进行改造。在分析四川某 220 kV 变电站双母接线方式下 220 kV 母线保护改造方案的基础上, 对改造中的直流回路、交流回路、跳闸回路及间隔失灵启动等回路改造技术原则进行了总结分析, 以期对四川电网及其他省网 220 kV 变电站 220 kV 母线保护改造提供一定的参考与指导。

关键词: 四川电网; 母线保护; 失灵启动; 保护改造; 技术原则

Abstract: In view of the growing importance of Sichuan 220 kV power grid and the seriousness of the extended operation for some of 220 kV bus protection devices in 220 kV substations it is urgent need to rebuild some 220 kV bus protection. Based on a real 220 kV substation bus protection reformation project the reformation technical principles for 220 kV bus protection such as DC loop AC loop tripping and start malfunctioning loops in the reformation are analyzed and summarized which is expected to provide a reference and guidance for the further bus protection reformation projects in Sichuan power grid or the power grid in other provinces

Key words: Sichuan power grid; bus protection; breaker malfunction; protection reformation; technical principle

中图分类号: TM771 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003—6954(2010)04—0074—06

0 引 言

随着四川地区社会及经济的快速发展, 220 kV 电网已经成为四川地区的主网, 担负着越来越重要的作用, 220 kV 变电站的母线保护也变得越来越重要。

220 kV 母线保护按照标准化设计必须双重化配置, 一般按不同厂家配置两套母线差动及断路器失灵保护^[1], 但有些运行时间较长的站原来只配置了一套保护装置, 基本都已达到了运行年限, 老化严重, 经常发生故障。由于无备件, 一旦出现故障则不能及时处理。因此, 为保证四川电网的安全稳定运行, 某些 220 kV 变电站母线保护改造工作也日益提上日程。

文献 [2—5] 针对具体站的母线改造情况及具体问题, 对母线保护改造做了一定分析; 文献 [6—7] 针对母线保护接线及母线保护调试等问题进行了分析, 旨在解决调试中出现的具体问题。这里则是结合四川电网某 220 kV 变电站 220 kV 母线保护改造实施方案, 探讨了 220 kV 母线保护改造的一些具体技术原则, 以期对四川电网及其他省网 220 kV 母线保护改造提供一定的技术参考。

1 某变电站 220kV 电压等级保护配置

1.1 主变压器保护配置

1号主变压器保护: 1号主变压器保护采用南京电力自动化设备总厂生产的 WBZ—1201 系列数字式变压器保护装置, 共配置 3 个屏, 其中 1 号屏配置有差动保护, 高、中、低三侧后备保护; 2 号屏配置非电量保护 (含高压侧失灵启动功能); 3 号屏配置第二套差动保护。

2号主变压器保护: 1号保护屏配置 RCS—978E 变压器成套保护、RCS—923CT 失灵保护装置; 2 号保护屏配置 PRS—778 变压器成套保护、PRS—761A 非电量保护装置。

1.2 220 kV 线路保护配置

该站有 4 条 220 kV 线路, 开关编号分别为 263、264、265 和 266 开关, 各保护配置如下。

263 开关: 南京南瑞 LFP—901A、LFP—902A 高压线路保护及 LFP—923C 断路器失灵启动及辅助保护;

264 开关: 南京南瑞 RCS—931AM、南自厂 PSL—

602(G)高压线路保护及 RCS-923A 断路器失灵启动及辅助保护;

265 开关:北京四方 CSC-102A、CSC-101A 高压线路保护及 CSC-122A 断路器辅助保护;

266 开关:南京南瑞 RCS-901A、RCS-902A 高压线路保护及 RCS-923A 断路器失灵启动及辅助保护。

1.3 220 kV 母线保护配置

该站 220 kV 母线差动及失灵保护配置一套南京电力自动化设备总厂生产的 WMZ-41 母线保护装置,运行了 10 年,已基本达到运行年限。该次母线保护改造,配置了两套国电南京自动化股份有限公司 SG B750 数字式母线保护装置,改造后取消原 WMZ-41 母线保护装置。

2 该站 220 kV 母线保护改造施工方案

由于各间隔备用保护级电流绕组及备用刀闸接点等不足,经过分析讨论,确定该次改造施工总的指导原则是:在改造施工过程中,原 WMZ-41 母线保护继续运行,各间隔停电时,首先完善 1 号 SG B750 母线保护相关二次回路,待所有间隔二次回路搭接及调试完毕,将 1 号 SG B750 母线保护投入运行。1 号 SG B750 母线保护投运后,则安排停用原 WMZ-41 母线保护,将其所用的电流、刀闸接点等回路改接到 2 号 SG B750 母线保护,最终完成两套母线保护的改造工作。

下面具体介绍相关回路的施工方案。

2.1 电流回路

由于各间隔 TV 绕组均只有一组备用保护级绕组,按照总的指导原则,在各间隔停电时,首先将该组电流搭接于 1 号 SG B750 母线保护。待 1 号 SG B750 母线保护投运后,安排 WMZ-41 母线保护停运,将其所用的电流回路改接到 2 号 SG B750 母线保护,此时,将不再安排停电,电流回路需在带电运行时进行搭接。

2.2 直流及跳闸回路

该站直流电源及跳闸回路不满足标准化设计规范^[8],两组直流电源、两套保护跳闸与两组跳闸线圈不满足一一对应原则,因此各间隔停电时,需对各保护间隔直流及跳闸回路进行整改,具体为:1 组直流电源由 1 号直流馈线屏对应 1 号保护屏和 1 组操作

电源;2 组直流电源由 2 号直流馈线屏对应 2 号保护屏和 2 组操作电源;1 号保护跳闸作用于 1 组跳圈;2 号保护跳闸作用于 2 组跳圈。

保留 WMZ-41 母线保护跳闸回路,两套 SG B750 母线保护跳闸回路可以按照停电安排进行顺序搭接,但在进行下一间隔搭接时,对已经完成搭接的间隔二次回路做好安全措施,防止在试验时误跳运行开关。

2.3 失灵启动回路

2.3.1 220 kV 线路保护失灵启动回路

263 开关两套保护、266 开关两套保护、264 开关 1 号保护 RCS-931AM 装置均有备用失灵启动接点,间隔停电时可将备用的该组接点按照一一对应原则,与两套 SG B750 母线保护进行搭接。

264 开关 2 号保护 PSL-602(G)保护装置、265 开关两套保护 CSC-102A 和 CSC-101A 保护装置有备用失灵启动接点,但未引到端子排,因此需在间隔停电时,由装置背板引出备用的一组失灵启动接点,然后再进行失灵回路搭接。

对应于原 WMZ-41 母线保护,各间隔保护启动失灵回路暂时不变。

2.3.2 1 号主变压器保护高压侧开关失灵启动回路

1 号主变压器 WBZ-1201 型变压器保护,无足够的跳闸及失灵启动接点,为了保留原来的失灵启动回路,建议在 1 号主变压器停电时,将原失灵启动接点进行扩展,既保留原失灵启动回路,也能完善启动两套新母线保护失灵功能。

1 号主变压器原失灵启动回路见图 1。

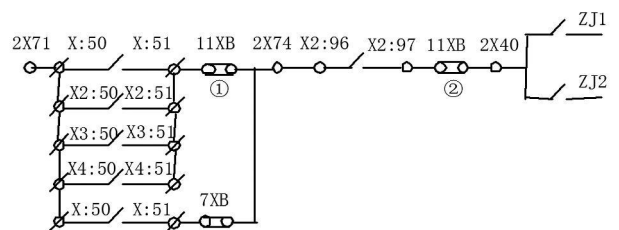


图 1 1 号主变压器原失灵启动回路

其中:

(1) 11XB(①) 为 1 号屏失灵启动硬压板, X: 50-X: 51 为 1 号差动保护失灵启动接点; X2: 50-X2: 51 为高后备保护失灵启动接点; X3: 50-X3: 51 为中后备保护失灵启动接点; X4: 50-X4: 51 为低后备保护失灵启动接点;

(2) 7XB 为 3 号屏失灵启动硬压板, X: 50-X: 51 为 2 号差动保护失灵启动接点;

(3) 11XB(②) 为 2 号屏失灵总启动硬压板 (非电量保护

包含高压侧失灵启动功能), X2: 96—X2: 97 为 2 号屏专用失灵启动装置动作接点;

(4) ZJ1、ZJ2 分别为 I 母、II 母刀闸位置接点。

失灵启动接点扩展方案如下。

将原失灵启动回路在 2X71 和 2X74 分别断开, 接入成都智达电力自动控制系统生产的 JBK—3932A 扩展盒进行扩展。JBK—3932A 扩展盒可扩展 4 对无源常开接点, 扩展盒原理如图 2 所示, 扩展回路如图 3 所示。

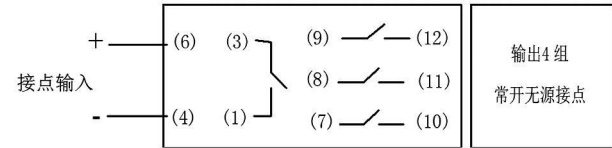


图 2 JBK—3932A 无源扩展盒原理

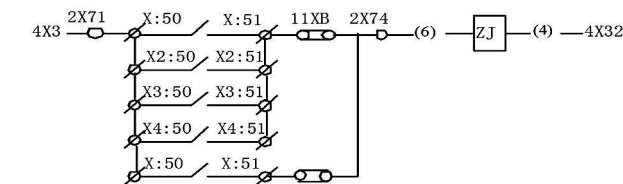
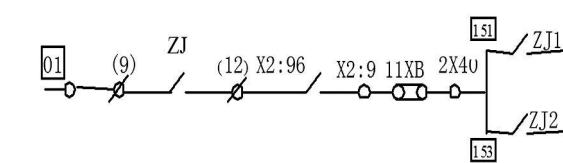


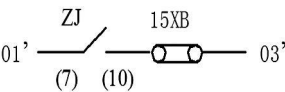
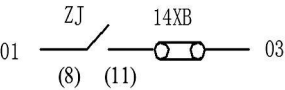
图 3 1号主变压器失灵回路扩展图

其中: ZJ 为扩展盒 JBK—3932A; 4X3、4X32 为主变压器高压侧开关切换后操作电源正电、负电。

扩展后提供一对接点启动 WMZ—41 母线保护失灵, 保留原失灵启动回路, 如图 4(a); 另外提供两对给 SG B750 数字式母线保护, 完成启动新母线保护失灵功能, 如图 4(b)。



(a) 启动 WMZ—41 母线保护失灵回路



(b) 启动两套 SG B750 母线保护失灵回路

图 4 扩展后接点失灵启动回路

其中: 14XB、15XB 为新增压板, 分别启动 1 号、2 号 SG B750 母线保护失灵压板。

2.3.3 2号主变压器失灵回路

原 2 号主变压器高压侧失灵启动母差回路如图 5 所示。

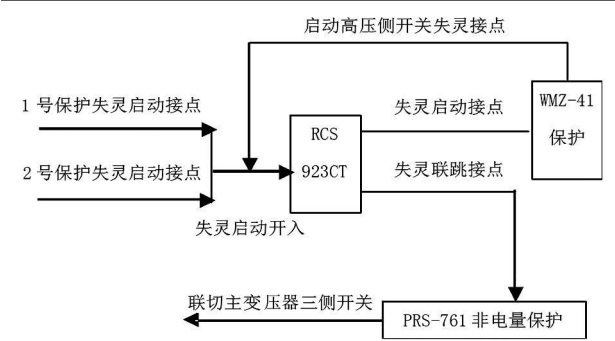


图 5 2号主变压器原失灵启动母差回路

在保证原失灵启动回路不变的情况下, 主要有两种方案完善失灵启动新母线保护回路。

方案一: 2 号主变压器两套保护的失灵启动备用接点直接开入到两套 SG B750 母线保护, 主变压器高压侧失灵电流判据由母线保护来实现; 母差跳闸启动主变压器高压侧开关失灵联切主变压器三侧接点开入 RCS—923CT 的启动联跳接点, 经电流判据后, 再启动联切三侧开关, 该回路如图 6 所示。

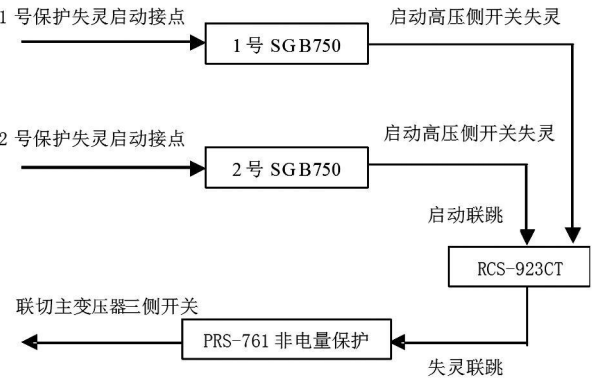


图 6 方案一失灵回路图

方案二: 2 号主变压器两套保护的失灵启动备用接点直接开入到两套 SG B750 母线保护, 主变压器高压侧失灵电流判据由母线保护来实现; 母差跳闸启动主变压器高压侧失灵联切主变压器三侧接点则直接接入非电量保护装置, 然后联切其他两侧开关, 此时电流判据也由母线保护实现, 该回路如附图 7 所示。

综合分析上述两种方案发现, 方案一回路虽然比较简单, 但在母差保护动作且主变压器高压侧开关失灵时, 母差启动主变压器高压侧开关失灵联切主变压器三侧时, 电流判据由母线保护和 RCS—923C 共同实现, 存在时间整定配合问题, 且不满足设计要求^[1]; 方案二回路简单清晰, 功能明确, 满足一一对应的设计原则; 另外, 还取消了主变压器专用失灵装

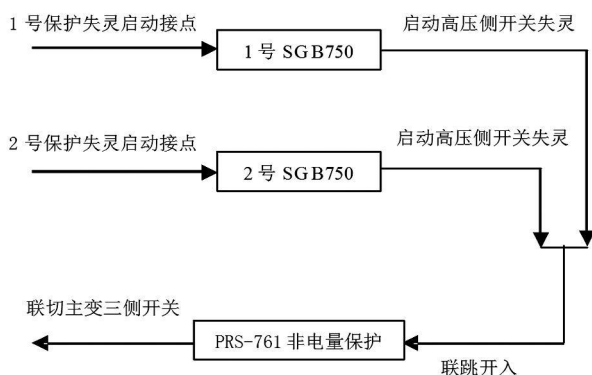


图 7 方案二失灵回路图

备注：主变压器高压侧失灵解除复压闭锁回路未体现在上述各图中。

置 RCS-923CT 的失灵启动功能，有两个优点：① 在二次回路方面，采用母线失灵保护电流判据，满足新的标准化设计规范要求^[1,8]；② 在运行操作方面，可减少值班员操作步骤，减少停电时间，经济性提高。因此，结合母线保护改造停电方案、继保反措及二次回路简单原则，采用方案二实现 2 号变失灵启动功能。

2.4 其他回路

2.4.1 刀闸接点

由于各间隔刀闸只存在一对备用接点，因此处理方式与电流回路相同，先搭接 1 号 SG B750 母线保护，待 WMZ-41 母线保护停运后将其所用的刀闸接点改接至 2 号 SG B750 母线保护。

2.4.2 电压回路

电压回路比较简单，从电压小母线直接将 I II 段母线电压接入新母线保护即可。

综上所述，根据上述方案在各间隔顺序停电后，1 号 SG B750 母线保护所有回路均已完善，达到投运条件，可先将 1 号新母线保护投运，这样，原 WMZ-41 母线保护和 1 号 SG B750 母线保护将共同作为母线保护。待安排 WMZ-41 母线保护停电时，再将 2 号 SG B750 母线保护回路进行完善，然后投运。WMZ-41 母线保护二次回路暂且不动，待线路及主变压器保护安排年检时再将与原母线保护的相关回路剔除，这样工作量可大大减小，而且缩短了间隔停电时间。

3 220 kV 母线保护改造施工技术原则

通过第 2 节对某 220 kV 母线保护改造施工方案的分析，总结 220 kV 母线保护改造施工的回路改造

技术原则如下。

3.1 直流回路整改原则

各间隔保护直流电源整改：1 组直流电源，对应于 1 号直流馈线屏、1 号保护屏和 1 组操作电源；2 组直流电源，对应于 2 号直流馈线屏、2 号保护屏和 2 组操作电源；

母线保护直流电源整改：1 号直流馈线屏对应 1 号保护屏；2 号直流馈线屏对应 2 号保护屏。若编号不一致，新母线保护应按照国家规范要求进行设计，投运后再对旧母线保护进行整改。

3.2 交流电流回路整改原则

在各间隔开关 TA 存在两组备用保护绕组的基础上，可以在间隔停电时进行电流回路搭接，若只存在一组备用绕组，可先进行一套新母线保护回路搭接，另一套新母线保护电流回路采用原母线保护回路电流，待一套新母线保护投运后原母线保护停电时再进行电流回路更改搭接。若无备用绕组，而故障录波装置所用 TA 绕组独立，可将故障录波装置串接于某套保护装置之后，再将空余出的 TA 绕组接于第一套母线保护。

3.3 跳闸回路整改原则

各间隔保护跳闸回路整改：1 号保护作用于 1 组跳圈；2 号保护作用于 2 组跳圈。

母线保护跳闸回路整改：1 号母线保护作用于 1 组跳圈；2 号母线保护作用于 2 组跳圈。但在新母线保护投运前必须保证原母线保护同时作用于两个跳闸线圈。若新母线保护投运后随即改造原母线保护，则按照规范整改，否则原母线保护跳双跳圈回路继续保留直至改造。

3.4 失灵启动回路整改原则

失灵启动回路整改总原则是：所有间隔 1 号保护启动 1 号母线保护；所有间隔 2 号保护启动 2 号母线保护。失灵电流判别尽量采用母线保护实现。

对于 220 kV 线路间隔保护，一般情况下都存在备用的失灵启动接点（对于没有引出到端子排的情况，可以在该间隔停电时从装置背板配出），采用备用失灵启动接点直接开入到两套新母线保护，取消线路保护屏的断路器失灵启动及辅助保护装置中的失灵启动功能，电流判别由母线保护实现。对于某些保护装置（如 LFP-900 系列）若不能再提供一对出口接点用于新母差启动失灵，则将原启动回路进行重动后再分别供给两套母线保护使用。

对于主变压器保护,原则上允许采用其自身专用失灵启动装置启动母差失灵,但两套母线保护的失灵启动回路不得都经过失灵启动装置。当两套保护均有备用接点或者可以通过配置引出的情况,例如上述的 2 号主变压器失灵启动方案,可直接开入到新母线保护,取消原主变压器高压侧开关专用失灵启动装置中的失灵启动功能,失灵电流判别由新母线保护实现;母线保护跳闸联切主变压器三侧开关及主变压器高压侧失灵启动联切主变压器三侧开关回路,直接接入非电量保护装置专用失灵联切继电器或备用的可实现联切的继电器。

若主变压器保护其中一套保护或两套保护均不存在备用失灵启动接点时,如前面讨论的 1 号主变压器失灵启动方案,此时只能在主变压器保护停电时,将该回路进行重动,重动后的一对接点启动原母差失灵,另一对来完善新母差失灵启动回路。对于母线保护跳闸联切主变压器三侧开关及主变压器高压侧失灵启动联切主变压器三侧开关回路,可以接入专用的主变压器专用失灵启动装置,也可接入非电量保护装置专用失灵联切继电器或备用的可实现联切的继电器。

3.5 二次回路整改要求

(1)两套母线保护的失灵启动回路与跳闸回路均不能公用一根电缆,保证回路独立性;为减少电缆,刀闸接点宜与跳闸回路公用一根电缆;

(2)单切换箱情况下,双套母线保护刀闸接点允许继续取用切换箱;若采用双切换箱,则两套母线保护刀闸接点分别取自两个切换箱。

(3)关于母线保护命名编号与二次回路的统一问题:实际上母线保护的编号原则是根据生产厂家来确定的,运行中进行改造由于无法确认新订保护是否还能满足编号规则,二次回路上不可能完全按照标号规则进行调整,也没有必要。因此只能根据当前保护的编号进行回路完善,以后母线保护变化只变动母线保护编号,相应回路均保持不变。

3.6 典型改造方案

220 kV 母线保护根据配置情况及改造回路的复杂情况,一般主要分为以下 3 种情况。

情况一:原一套母线保护运行,需新增加一套母线保护装置,但原母线保护不具备失灵电流判别功能(如 BP-2A 系列),需保留间隔保护失灵启动装置。

一般情况下间隔保护的失灵启动装置在 1 号屏

上,间隔停电时该屏应接入 1 组直流,1 号间隔保护与失灵启动装置配合启动 BP-2A 失灵保护,此时不管 BP-2A 保护编号,均接入 1 组直流,同时作用于两个跳圈。2 号间隔保护接入 2 组直流,间隔停电时拆除 2 号间隔保护启动原母线保护失灵回路,接点直接接入新母线保护,新母线保护接入 2 组直流,仅作用于 2 组跳圈;

情况二:原一套母线保护运行,需新增加一套母线保护装置,原母线保护具备失灵电流判别功能(如 RCS-915 系列)。

在间隔停电时,取消间隔保护屏的失灵电流判据,母线保护编号按照规范确定。将 1 号、2 号间隔保护动作接点直接接入原母线保护和新母线保护,此时该间隔失灵电流判别由原母线保护完成。

情况三:更换原母线保护装置(例如更换 BP-2A),同时新增一套母线保护。

母线保护编号按照规范确定。在间隔停电时,保持 BP-2A 失灵启动回路不动,按照规范接入新母线保护失灵启动回路,假设新母线保护定义为 1 号保护,则将 1 号间隔保护的第三组失灵启动接点接入新母线保护,新母线保护投入运行后进行原母线保护改造时,再将 2 号间隔保护第三组失灵启动接点接入 2 号母线保护,同时将原失灵启动回路拆除。

备注:关于保护装置命名原则仅适用于四川电网^[9],不具统一性,其他省网可参照执行或根据各省实际情况执行。

4 结 论

结合四川电网某 220 kV 变电站 220 kV 母线保护改造方案,对 220 kV 母线保护改造的一些实施原则进行了探讨,总结了 220 kV 母线保护改造的一些技术原则,希望能为以后四川电网及其他省网 220 kV 母线保护改造提供一定的参考与指导。

参考文献

- [1] 国家电网公司. 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[S]. 2008
- [2] 魏威,周虎兵,等. 500 kV 孝感变电站 220kV 母线保护双重化改造[J]. 湖北电力, 2006, 3(16): 30—32
- [3] 陈宇. 500 kV 三官殿变电站 220 kV 母线保护的改造[J]. 华东电力, 2009, 37(4): 597—599.

[4] 贾润芳,孙凤娟. 500 kV 变电站 220 kV 系统双母线分段接线方式的施工方案 [J]. 河北电力技术, 2009, 28(2): 11—13.

[5] 刘剑红. 500 kV 变电站 220 kV 母线保护存在的问题及改进 [J]. 湖北电力, 2008, 32(2): 21—22.

[6] 王世祥,左婧. 母线保护双重化改造中注意事项的探讨 [J]. 继电器, 2008, 36(3): 75—77.

[7] 谭胜兰,张电. 220 kV 母线保护改造的技术探讨 [J]. 华东电力, 2006, 31(16): 81—82.

[8] 国家电网公司. 线路保护及辅助装置标准化设计规范 [S]. 2007.

[9] 四川省电力公司. 四川电网 220 kV 及以上系统继电保护装置编号命名原则 [S]. 2008.

(上接第 18 页)

电容器。同时预算母线电压和负荷变化,防止无功补偿设备投切振荡。

逆调压功能:根据当前负荷水平,在电压合格范围内,进行全电网分析,实现高峰负荷时电压偏上限运行,低谷时偏下限运行等功能。

图形建模功能:采用开放式图形建模结构,以适应电网主接线变化。

控制信息管理功能:对电压、有功、无功、功率因数等曲线图自动存档并生成各种报表。

统计考核功能:对电网无功设备实际运行情况进行统计,为管理层进行考核提供依据。

语音提示功能:对尚不能接入 AVC 的地区或站点,在有人值班的地方设置 AVC 子站将控制指标进行语音提示。

3 AVC 系统运行情况

从实际运行情况看,AVC 系统投运后提高了电压质量,在以下几个方面发挥了明显作用。

1)降损节能效益明显,在县级电网网架基本没变、运行方式基本相同、电量基本相同的条件下,实现了降损节能。

2)减少变压器分接头调节。一般运行情况下,VQC 控制下的调挡次数大约是 5~8 次/天。AVC 投入后,调挡次数便大幅下降,调挡次数平均 2.5 次/天;即使在电网峰谷差和调压压力较大的情况下也只有 4~5 次/天。

3)减轻了调度及监控人员劳动强度。AVC 系统投入运行后,实现了自动调压,从而大大减轻了负荷峰谷交替时段人工劳动强度。

4)提高了电网的安全运行水平。AVC 系统是调控静态无功补偿设备,但它对电网动态运行十分有

利,在一定程度上提高了系统无功的动态补偿能力。

4 结 论

总之,在电网无功优化和控制方面 AVC 系统是目前技术和管理的发展方向,势必替代目前使用的 VQC 装置。在成都双流县级电网已投入使用 AVC 系统中无功和电压控制都取得了较好的效果。下一步将逐步在各县级电网建设 AVC 系统,最终构成完善的地区电网 AVC 系统,以提高整个电网的电压合格率,减少无功传输,优化电网潮流分布,降低网损,同时减轻运行人员的劳动强度。

参考文献

[1] 王 萍. 无功电压优化集中控制系统在青岛电网的应用 [J]. 中国电力, 2007, 40(1): 36—39.

[2] 吴银凤,肖 源,邝先验. 地区电网电压无功优化闭环控制系统设计 [J]. 电气应用, 2007, 26(11): 33—36.

[3] 袁 丁,郭西进. 电压无功优化控制系统在地区电网中的应用 [J]. 电力需求侧管理, 2007, 9(2): 18—20.

[4] 苏辛一,张雪敏,何光宇,等. 互联电网自动电压控制系统协调变量设计 [J]. 电力系统自动化, 2009, 33(14): 22—26.

作者简介:

何 东 (1972—),男,工程师,从事电网运行、调度、继电保护等方面的管理工作。

吴端华 (1964—),女,工程师,从事继电保护方面的管理工作。

洪行旅 (1956—),男,高级工程师,从事电网运行、继电保护和通信自动化方面的管理工作。

段登伟 (1974—),男,博士,高级工程师,从事电力市场和电网运行方面的研究工作。

(收稿日期: 2010—03—02)