

普提 500kV 串补设备改造研究

洪志鹏

(四川电力设计咨询有限责任公司, 四川成都 610016)

摘要:主要研究盐源—普提线、米易—普提 I 线、米易—普提 II 线普提侧串补设备参数定值校核及具体改造措施。经过校核计算,盐源—普提线、米易—普提 II 线普提侧串补,各种区外故障时,普提侧串补不旁路,原 MOV 允许能耗值均满足要求,只需重新设定 MOV 电流、能量触发整定值,区内故障时,原 MOV 允许能耗值也满足线路区内故障最大能耗值,仅需对串补阻尼回路、火花间隙进行改造;而米易—普提 I 线普提侧串补,区内(外)故障时,MOV 能耗均超过了最大允许能耗 59.4 MJ,需对 MOV 进行扩容改造(方案 2),本文经过系统分析计算,提出另外新的方案 1,米易—普提 I 线在“米易—普提 I 线投运、盐源—普提线和米易—普提 I 线两条线投运”的 2 种运行方式下,发生一定区内(外)故障时,普提侧串补允许被旁路,除此 2 种运行方式外,其他各种内(外)故障不许被旁路,原 MOV 允许能耗值均满足要求,只需重新设定 MOV 电流、能量触发整定值,仅对串补阻尼回路、火花间隙进行改造,并且对此 2 种改造方案进行经济比较,方案 1 改造成本更经济合理,所以推荐采用。同时详细分析了串补阻尼回路、火花间隙、MOV 最大允许能耗扩容改造实施方案。

关键词:串补设备参数定值校核;阻尼回路改造;火花间隙改造;MOV 最大允许能耗扩容改造

中图分类号: TM711

文献标志码: A

文章编号: 1000-582X(2014)S2-086-07

由于在 2015 年四川电网米易及盐源 500 kV 输变电工程投产后,盐源、米易站分别 II 接入二滩—普提三回 500 kV 输电线路中,造成原串补线路长度及系统潮流的变化,会对普提侧串补设备及其保护产生影响,本文重点研究对原普提侧串补设备参数配置校核及改造。

1 普提侧 500kV 串补改造必要性

1.1 2015 年普提串补变化分析

普提 500kV 串补位于四川电网二滩—普提 500 kV 三回输电线路普提侧,线路长度分别为 198 km (I 回线)、196 km (II 回线)和 195 km (III 回线),导线型号为 LGJ-4×400。这三组串补的容量均为 315 Mvar,补偿度约为 40%。2015 年四川电网米易及盐源 500 kV 输变电工程投产后,上述二滩—普提 500 kV 串补输电系统先后有如下变化:

二滩—普提第 I 回线 II 接入盐源站,原二滩—普提 I 回(198 km)串补线路变为二滩—盐源线和盐源—普提串补线(229 km),盐源—普提线串补度降

低至约 33%。

二滩—普提 III 线 II 接入米易站,原二滩—普提 III 回(195 km)串补线路变为二滩—米易 I 线和米易—普提 I 回串补线(177 km),经计算,米易—普提 I 回线串补度提高至约 43.3%。

二滩—普提 II 线 II 接入米易站,原二滩—普提 II 回(196 km)串补线路变为二滩—米易 II 线和米易—普提 II 回串补线(192 km),经计算,米易—普提 II 回线串补度变化很小,仍为 40%左右。

另外,普提侧有锦屏一级、锦屏二级及官地等电源接入,使得普提侧等值阻抗变化较大,普提侧短路容量明显增大。

以上系统条件的变化,会对普提侧串补及其保护产生影响。普提串补目前及今后的系统条件和原设计系统条件相比变化较大,过电压保护措施和配置的裕度降低,需对其配置进行校核改造。

1.2 二滩—普提 500 kV 线路系统变化

2015 年二滩—普提 500 kV 三回线路系统变化见图 1。

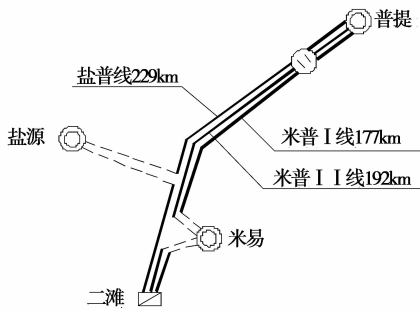


图 1 2015 年二滩—普提 500 kV 线路系统图

2 普提串补改造校核计算

2.1 原普提串补装置参数

1)原普提串补装置为 SIEMENS 公司设计,主要技术参数数据如下表 1 所示。

表 1 原普提串补装置主要技术参数表

电 容 器	额定容抗	21.7 Ω(146.69μF)
	额定电流	2.2 kArms
	额定电压	47.7 kVrms
	额定容量	315 MVar
MOV	允许能量	54 MJ(不含备用) 59.4 MJ(含备用)
	额定电压	78 kVrms
	保护水平	2.2 p. u. (148.2 kVpeak)
	故障时最大电流	37.7 kApeak
阻 尼 回 路	电阻	4 Ω
	电阻最大能耗 (两次放电)	1.95 MJ
	电感	0.3 mH
	放电时电感最大放电 电流(759 Hz)	112.5 kApeak
	在电容器 放电时最 大承受 电压	21.4 kVpeak
	阻尼变阻器 最大能耗 (2次放 电)	0.82 MJ

续表 1

火花间隙	最大放电电流(759 Hz)	113 kApeak
	MOV 电流触发整定值	9.5 kApeak
	MOV 能量触发整定值	20 MJ
	启动时延	1 ms
旁路断路器	合闸时间	52±3 ms

表 2 原普提串补电容器耐受过电流参数表

持续时间	过电流倍数 (p. u.)	串补电容器 允许电流 /A
长期持续运行	1.05	2 310
8 h (间隔 12 h)	1.10	2 420
30 min (间隔 6 h)	1.35	2 970
10 min (间隔 2 h)	1.50	3 300

2.2 系统短路电流计算

米易和普提侧的 2020 年 500 kV 短路水平初步估算如下表 3 所示。

表 3 2020 年 500 kV 系统短路电流表

故障位置	单相短路水平	三相短路水平
米易	38 kA	41 kA
普提	41 kA	48 kA

2.3 改造后普提串补主要设备参数

1)盐源—普提线普提串补

盐源—普提线普提侧串补装置改造后主要技术参数数据如下表 4 所示。根据中国电力科学研究院计算^[1]得出:盐源—普提线各种区外故障,MOV 电流及能耗整定值设定为 13.0 kA、35.0 MJ,串补不会被旁路。

盐源—普提线各种区内故障,MOV 能耗最大为 37.5 MJ,与 MOV 允许能耗 59.4 MJ 相比,有较大的裕度,即原 MOV 允许能耗值满足区内故障最大能耗;发生串补区内故障时,普提侧串补阻尼回路中火花间隙最大放电电流峰值为 121.9 kA,阻尼电感电流最大峰值为 121.7 kA,阻尼电阻最大能耗为 2.12 MJ(2 次放电过程),考虑一定裕度,阻尼电阻最大能耗取 2.6 MJ,阻尼变阻器最大能耗为 0.78

MJ(2 次放电过程),考虑一定裕度,阻尼变阻器最大能耗取 0.94 MJ。

表 4 盐源—普提线改造后主要技术参数表

电 容 器	额定容抗	21.7 Ω(146.69 uF)
	额定电流	2.2 kArms
	额定电压	47.7 kVrms
	额定容量	315 MVar
MOV	允许能量	54 MJ(不含备用) 59.4 MJ(含备用)
	额定电压	78 kVrms
	保护水平	2.22 p. u. (149.6 kVpeak)
	电阻	4 Ω
阻 尼 回 路	电阻最大能耗 (两次放电)	2.6 MJ
	电感	0.3 mH
	放电时电感最大放电 电流(759 Hz)	121.7 kApeak
	在电容器放电时 最大承受电压	21.4 kVpeak
阻 尼 变 阻 器	最大能耗 (2 次放电)	0.94 MJ
	最大放电电流(759 Hz)	121.9 kApeak
火 花 间 隙	MOV 电流触发整定值	13.0 kApeak
	MOV 能量触发整定值	35.0 MJ
	启动时延	1 ms
旁路断路器	合闸时间	52±3 ms

2)米易—普提 I 线普提串补

米易—普提 I 线普提串补改造有 2 个方案,方案 1 是在一定区外故障条件下,普提侧串补允许被旁路,仅对普提侧串补阻尼回路进行校核改造;方案 2 是在区外故障串补不允许被旁路,需对普提侧串补阻尼回路进行校核改造,并对 MOV 进行扩容,串补度不变,新购 MOV。

方案 1:米易—普提 I 线在米易—普提 I 线投运、盐源—普提线和米易—普提 I 线两条线投运的 2 种运行方式下,发生一定区内(外)故障时,普提侧串补允许被旁路,除此 2 种运行方式外,其他各运行方

式发生区外故障时,串补不会被旁路。经过系统计算分析,到 2015 年在普提串补取消的前提下,通道送电能力已达 3500MW,而目前攀枝花地区电源建设时序尚不明确,随着地区负荷不断增长,地区外送电力逐年减少,因此在一定条件下发生区内(外)故障时,普提侧串补允许被旁路是可行的。

米易—普提 I 线普提侧串补装置改造后主要技术参数数据如下表 5 所示。

表 5 米易—普提 I 线改造后主要技术参数表 (方案 1)

电 容 器	额定容抗	21.7 Ω(146.69 uF)
	额定电流	2.2 kArms
	额定电压	47.7 kVrms
	额定容量	315 MVar
MOV	允许能量	54 MJ(不含备用) 59.4 MJ(含备用)
	额定电压	78 kVrms
	保护水平	2.22 p. u. (149.6 kVpeak)
	故障时最大电流	46.2 kApeak
阻 尼 回 路	电阻	4 Ω
	电阻最大能耗 (2 次放电)	2.6 MJ
	电感	0.3 mH
	放电时电感最大放电 电流(759 Hz)	124.9 kApeak
阻 尼 变 阻 器	在电容器放电时 最大承受电压	21.4 kVpeak
	最大能耗 (2 次放电)	0.94 MJ
火 花 间 隙	最大放电电流(759 Hz)	125.1 kApeak
	MOV 电流触发整定值	13.0 kApeak
	MOV 能量触发整定值	35.0 MJ
旁路断路器	合闸时间	52±3 ms

根据中国电力科学研究院计算^[2]得出:

米易—普提 I 线在米易—普提 I 线投运、盐源—普提线和米易—普提 I 线两条线投运的 2 种运行方式下,发生一定区外故障时,普提侧串补允许被旁

路,除此 2 种运行方式外,其他各运行方式发生区外故障时,MOV 电流及能耗整定值设定为 13.0 kA、35.0 MJ,串补不会被旁路。

米易—普提 I 线区内故障(对应区外故障运行方式,发生一定区外故障时,串补允许被旁路作为输入条件计算),MOV 能耗最大为 38.6 MJ,与 MOV 允许能耗 59.4 MJ 相比,有一定的裕度,即原 MOV 允许能耗值满足区内故障最大能耗;发生串补区内故障时,普提侧串补阻尼回路中火花间隙最大放电电流峰值为 125.1 kA,阻尼电感电流最大峰值 124.9 kA,阻尼电阻最大能耗为 2.19 MJ(2 次放电过程),考虑一定裕度,阻尼电阻最大能耗取 2.6 MJ,阻尼变阻器最大能耗为 0.78 MJ(2 次放电过程),考虑一定裕度,阻尼变阻器最大能耗取 0.94 MJ。

方案 2:各种区外故障时串补均不旁路,需对米易—普提 I 线普提侧串补 MOV 进行扩容改造。

米易—普提 I 线普提侧串补装置改造后主要技术参数数据如下表 6 所示。

表 6 米易—普提 I 线改造后主要技术参数表 (方案 2)

电 容 器	额定容抗	21.7 Ω(146.69 μF)
	额定电流	2.2 kArms
	额定电压	47.7 kVrms
	额定容量	315 MVar
MOV	允许能量	91 MJ(不含备用) 100 MJ(含备用)
	额定电压	78 kVrms
	保护水平	2.22 p. u. (149.6 kVpeak)
	故障时最大电流	46.7 kApeak
	电阻	4 Ω
	电阻最大能耗 (两次放电)	2.6 MJ
	电感	0.3 mH
阻 尼 回 路	放电时电感最大放电 电流(759 Hz)	124.9 kApeak
	阻 在电容器放电时 尼 最大承受电压	21.4 kVpeak
	变 最大能耗 阻 器 (2 次放电)	0.94 MJ

续表 6

火 花 间 隙	最大放电电流(759 Hz)	125.1 kApeak
	MOV 电流触发整定值	15.0 kApeak
	MOV 能量触发整定值	67.0 MJ
	启动时延	1 ms
旁路断路器	合闸时间	52±3 ms

根据中国电力科学研究院计算^[1]得出:米易—普提 I 线各种区外故障,MOV 电流及能耗整定值设定为 15.0 kA、67.0 MJ,串补不会被旁路,由于超过了 MOV 最大允许能耗 59.4 MJ,需对 MOV 进行扩容改造。

米易—普提 I 线各种区内故障,MOV 能耗最大为 70.0 MJ,考虑一定裕度,MOV 允许能耗需扩容到 100 MJ;发生串补区内故障时,普提侧串补阻尼回路中火花间隙最大放电电流峰值为 125.1 kA,阻尼电感电流最大峰值为 124.9 kA,阻尼电阻最大能耗为 2.19 MJ(2 次放电过程),考虑一定裕度,阻尼电阻最大能耗取 2.6 MJ,阻尼变阻器最大能耗为 0.78 MJ(2 次放电过程),考虑一定裕度,阻尼变阻器最大能耗取 0.94 MJ。

3)米易—普提 II 线普提串补

米易—普提 II 线普提侧串补装置改造后主要技术参数数据如下表 7 所示。

根据中国电力科学研究院计算^[1]得出:米易—普提 II 线各种区外故障,MOV 电流及能耗整定值设定为 14.0 kA、48.0 MJ,串补不会被旁路。

米易—普提 II 线各种区内故障,MOV 能耗最大为 50.6 MJ,与 MOV 允许能耗 59.4 MJ 相比,裕度不大,可考虑在 2020 年系统运行方式确定后,对 MOV 能耗需求进行重新校核;发生串补区内故障时,普提侧串补阻尼回路中火花间隙最大放电电流峰值为 125.1 kA,阻尼电感电流最大峰值为 124.9 kA,阻尼电阻最大能耗为 2.19 MJ(2 次放电过程),考虑一定裕度,阻尼电阻最大能耗取 2.6 MJ,阻尼变阻器最大能耗为 0.78 MJ(2 次放电过程),考虑一定裕度,阻尼变阻器最大能耗取 0.94 MJ。

表 7 米易—普提 II 线改造后主要技术参数表

电 容 器	额定容抗	21.7 Ω(146.69 μF)
	额定电流	2.2 kArms
	额定电压	47.7 kVrms
	额定容量	315 MVar

续表 7

MOV	允许能量	54 MJ(不含备用) 59.4 MJ(含备用)
	额定电压	78 kVrms
	保护水平	2.22 p. u. (149.6 kVpeak)
	故障时最大电流	47.7 kApeak
	电阻	4 Ω
	电阻最大能耗 (2次放电)	2.6 MJ
	电感	0.3 mH
阻 尼 回 路	放电时电感最大放电 电流(759 Hz)	124.9 kApeak
	阻 在电容器放电时 尼 最大承受电压	21.4 kVpeak
	变 最大能耗 阻 器 (2次放电)	0.94 MJ
火 花 间 隙	最大放电电流(759 Hz)	125.1 kApeak
	MOV 电流触发整定值	14.0 kApeak
	MOV 能量触发整定值	48.0 MJ
	启动时延	1 ms
旁路断路器	合闸时间	52 \pm 3 ms

阻尼电抗器:用来限制电容器组放电电流和系统故障电流的幅值和频率。经计算阻尼电抗器可利用,仅需对外表面做一次大修维护,重新喷涂一次抗紫外线涂层即可。

阻尼电阻+阻尼变阻器(MOV):电容器组放电过程中阻尼变阻器(MOV)瞬时投入和退出阻尼电阻,能够吸收电容器组放电能量,使放电满足一定的衰减要求;串联阻尼变阻器(MOV)作用是避免了电阻长期流过电流,减少了不必要的损耗。

经计算,阻尼电阻最大能耗(2次放电)由原 1.95 MJ/相增加到 2.6 MJ/相,现整体拆除后换新,使阻尼电阻最大能耗(2次放电)为 2.6 MJ/相;

阻尼变阻器(MOV)最大能耗(2次放电)由原 0.82 MJ/相增加到 0.94 MJ/相,电气参数已无法适用于改造后的技术参数,必须进行整体更换。

2) 火花间隙改造

火花间隙用于过电压保护,由主间隙和触发间隙组成,其中触发间隙是密封的,充满了干燥的氦气;有两种不同的触发方式。

受制触发:高电流保护动作或高能量动作时由保护系统通过光纤连接间隙触发电路来触发火花间隙。

强制触发:当触发间隙上的电压超过校正的击穿电压时,火花间隙自动点火。

经计算,火花间隙主间隙不需要更换,但对间隙进行调整,还需对主电极及辅助电极做一次大修维护,更换局部石墨电极(有烧灼痕迹、毛刺的部分)。

火花间隙的触发间隙(密闭间隙)不需要更换,需重新精密整定(德国西门子总部整定)。

火花间隙配备的触发回路设备,包括均压电容器、阻尼电阻器、脉冲变压器以及触发控制电路等组件需要逐一进行检测,视具体情况,更换局部组件。

3.2 米易—普提 I 线串补设备改造

根据前节串补的校核计算,米易—普提 I 线串补改造做了 2 个方案进行比较。

方案 1:米易—普提 I 线串补阻尼回路中阻尼电阻最大能耗增大,考虑一定裕度,阻尼电阻最大能耗取 2.6 MJ,阻尼变阻器最大能耗增大,考虑一定裕度,阻尼变阻器最大能耗取 0.94 MJ,阻尼电感电流最大峰值增大为 124.9 kA;火花间隙最大放电电流峰值增大为 125.1 kA,MOV 电流触发整定值改为 13.0 kApeak,能量触发整定值改为 35.0 MJ;涉及改造的设备如下。

1) 阻尼回路改造

3 普提串补具体设备改造细则

3.1 盐源—普提线串补设备改造

根据前节串补的校核计算,盐源—普提线串补阻尼回路中阻尼电阻最大能耗增大,考虑一定裕度,阻尼电阻最大能耗取 2.6 MJ,阻尼变阻器最大能耗增大,考虑一定裕度,阻尼变阻器最大能耗取 0.94MJ,阻尼电感电流最大峰值增大为 121.7 kA;火花间隙最大放电电流峰值增大为 121.9 kA,MOV 电流触发整定值改为 13.0 kApeak,能量触发整定值改为 35.0 MJ;涉及改造的设备如下。

1) 阻尼回路改造

普提串补装置阻尼回路为电抗+MOV 串电阻型,即阻尼回路由阻尼变阻器(MOV)串联阻尼电阻,再与阻尼电抗器并联构成;阻尼回路主要功能是为了限制电容器组放电电流和系统故障电流的幅值和频率,确保串联电容器、旁路断路器和火花间隙的安全运行。现阻尼回路各元件改造如下:

阻尼电抗器:用来限制电容器组放电电流和系统故障电流的幅值和频率。经计算阻尼电抗器可利用,仅需对外表面做一次大修维护,重新喷涂一次抗紫外线涂层即可。

经计算,阻尼电阻最大能耗(2次放电)由原 1.95 MJ/相增加到 2.6 MJ/相,现整体拆除后换新,使阻尼电阻最大能耗(2次放电)为 2.6 MJ/相;

阻尼变阻器(MOV)最大能耗(2次放电)由原 0.82 MJ/相增加到 0.94 MJ/相,电气参数已无法适用于改造后的技术参数,必须进行整体更换。

2)火花间隙改造

经计算,火花间隙主间隙不需要更换,但对间隙进行调整,还需对主电极及辅助电极做一次大修维护,更换局部石墨电极(有烧灼痕迹、毛刺的部分)。

火花间隙的触发间隙(密闭间隙)不需要更换,需重新精密整定(德国西门子总部整定)。

火花间隙配备的触发回路设备,包括均压电容器、阻尼电阻器、脉冲变压器以及触发控制电路等组件需要逐一进行检测,视具体情况,更换局部组件。

方案 2:米易—普提 I 线串补 MOV 能耗最大为 70.0 MJ,考虑一定裕度,MOV 允许能耗需扩容到 100 MJ;阻尼回路中阻尼电阻最大能耗增大,考虑一定裕度,阻尼电阻最大能耗取 2.6 MJ,阻尼变阻器最大能耗增大,考虑一定裕度,阻尼变阻器最大能耗取 0.94 MJ,阻尼电感电流最大峰值增大为 124.9 kA;火花间隙最大放电电流峰值增大为 125.1 kA;MOV 电流触发整定值改为 15.0 kA_{peak},能量触发整定值改为 67.0 MJ;涉及改造的设备如下。

1)MOV 最大允许能耗扩容改造

经计算区内外短路故障时,MOV 能耗超过了最大允许能耗 59.4 MJ,需对 MOV 进行扩容改造,考虑一定裕度,MOV 允许能耗需扩容到 100 MJ;

现按照 MOV 利旧改造,三相中部分单元合并到一相使用(从原全部 178.2 MJ 中遴选出 100 MJ 利旧使用,合并后单相容量达到 100 MJ/相,多余单元作为备件),另新购其他两相。根据厂家计算,单相需要增加 18 只 MOV,加上原 22 只,共 40 只 MOV,分上下两层布置,经过串补厂家计算核实,平台承重受力能满足新增 MOV 后的荷重。

2)阻尼回路改造同方案一。

3)火花间隙改造同方案一。

3.3 米易—普提 II 线串补设备改造

根据前节串补的校核计算,米易—普提 II 线串补阻尼回路中阻尼电阻最大能耗增大,考虑一定裕

度,阻尼电阻最大能耗取 2.6 MJ,阻尼变阻器最大能耗增大,考虑一定裕度,阻尼变阻器最大能耗取 0.94 MJ,阻尼电感电流最大峰值增大为 124.9 kA;火花间隙最大放电电流峰值增大为 125.1 kA,MOV 电流触发整定值改为 14.0 kA_{peak},能量触发整定值改为 48.0 MJ;涉及改造的设备为阻尼回路及火花间隙,改造方案同上盐源—普提线。

3.4 串补其他辅助设备和材料改造

普提三回线串补在改造中,所需的平台上导线、金具、设备间走线等辅助设备和材料,并且包括阻尼电阻、阻尼变阻器支架制作,MOV 安装所需平台梁的加工制作等。

3.5 串补保护定值整定

普提变原二滩—普提 I 线、二滩—普提 II 线、二滩—普提 III 线串补设备均由串补厂家配套提供 2 套保护及控制装置。串补配套的控制保护等均利用原有设备,仅进行软件系统维护及保护定值计算与整定(德国西门子总部整定),其余二次部分接线均不变。

4 普提串补设备改造费用

4.1 三套串补的改造总费用(方案 1)

对盐源—普提线、米易—普提 I、II 线普提侧串补阻尼回路及火花间隙进行校核改造,三套串补的改造总费用见表 8,其中米易—普提 I 采用方案一进行改造。

表 8 三套串补的改造总费用(方案 1)

串补线路	设备改造费用
盐源—普提线	260 万元
米易—普提 I 线	260 万元
米易—普提 II 线	260 万元
总计	780 万元

4.2 三套串补的改造总费用(方案 2)

对盐源—普提线、米易—普提 I、II 线普提侧串补阻尼回路及火花间隙进行校核改造,并且对其中米易—普提 I 线串补 MOV 进行扩容,即采用方案二进行改造,串补度不变,MOV 利旧(三相并入一相使用,剩余的作为备件),新购另外两相;MOV 改造需做系统试验,3 套串补的改造总费用见表 9。

经过以上 2 个方案改造费用的比较,采取方案

1 改造,3 套串补的改造总费用为 780 万元,采取方案 2 改造,3 套串补的改造总费用为 1 340 万元,方案 1 比方案 2 节省 560 万元,改造成本显得更经济。所以采用某些运行方式下,允许区内外故障串补旁路的方法更合理。

表 9 三套串补的改造总费用(方案 2)

串补线路	设备改造费用	系统试验
盐源—普提线	260 万元	
米易—普提 I 线	710 万元	110 万元
米易—普提 II 线	260 万元	
总计	1340 万元	

5 结 论

根据以上计算结论,盐源—普提线、米易—普提 II 线普提侧串补,各种区外故障时,普提侧串补不旁路,原 MOV 允许能耗值均满足要求,只需重新设定 MOV 电流、能量触发整定值,区内故障时,原 MOV 允许能耗值也满足线路区内故障最大能耗值,对 MOV 不需改造,现仅需对串补阻尼回路、火花间隙进行改造;米易—普提 I 线普提串补改造有 2 个方

案,方案 1 是在一定区外故障条件下,普提侧串补允许被旁路,仅对普提侧串补阻尼回路进行校核改造;方案 2 是在区外故障串补不允许被旁路,需对普提侧串补阻尼回路进行校核改造,并对 MOV 进行扩容,串补度不变,新购 MOV。经过系统计算分析,在一定条件下发生区内(外)故障时,普提侧串补允许被旁路是可行的。因此本次改造推荐采取方案 1,只对普提 3 套 500 kV 串联补偿装置阻尼回路及火花间隙进行改造,各相关元件参数定值进行重新配置,那么米易—普提 I 线需在“米易—普提 I 线投运、盐源—普提线和米易—普提 I 线两条线投运”的 2 种运行方式下,发生一定内(外)故障时,普提侧串补允许被旁路,除此 2 种运行方式外,其他各种区外故障不许被旁路,并且原 MOV 允许能耗值均满足要求,只需重新设定 MOV 电流、能量触发整定值,对串补阻尼回路、火花间隙进行改造。

参考文献:

- [1] 四川电网 2015 年及 2020 年网架普提 500kV 串补主要设备参数适应性校核研究[R]. 北京:中国电力科学研究院,2011. [2] 2015 年及 2020 年网架普提串补改造工程米易—普提 I 线串补主要设备参数核算(补充计算)[R]. 北京:中国电力科学研究院,2013.

(编辑 侯 湘)