

石景山热电厂 220 kV 屋外配电装置 电气设备调爬改造

Creepage Adjustment for 220 kV Outdoor Distributed Equipment
in Shijingshan Cogeneration Power Plant

北京京能热电股份有限公司(北京 100041) 郭永红 曲世路

摘要:介绍了石景山热电厂进行的 220 kV 配电装置电气设备调爬改造施工的主要情况,重点介绍了母线绝缘子的调爬更换方案,对整个调爬改造进行了技术总结。

关键词:调爬;绝缘子;配电装置;RTV 防污闪涂料;母线;间隔

中图分类号:TM642⁺.1

文献标识码:B

文章编号:1003-9171(2003)07-0027-03

根据华北电力集团公司部室文件生技部[1999]111号附件(《京津唐电力系统污区分分布图》的修订说明)的有关规定及石热 220 kV 屋外配电装置近几年盐密测试情况,北京京能热电股份有限公司所属北京石景山热电厂(下称石热)的外绝缘防污闪工作应按照四级污区的有关规定执行。根据石热目前的污秽情况与外绝缘状况,需要对 220 kV 屋外配电装置进行调爬改造。

表 1 调爬施工前配电设备外绝缘情况

设备名称	型号	外绝缘爬距/mm	符合污级
盘形悬式绝缘子	15(XWP2-70)	6 000	Ⅱ 级
支柱绝缘子	ZSW-220/400	6 300	Ⅲ 级
母线避雷器	ZSE-C1Z	4 536(粘增爬裙)	Ⅲ 级
母线电压互感器	JCC ₁ -220 W	5 040	Ⅱ 级
线路耦合电容器	OWF110/ $\sqrt{3}$ - 0.01H	6 300	Ⅲ 级
线路电容式电压互感器	TYC220/ $\sqrt{3}$ - 0.005H	6 300	Ⅲ 级
开关套管	OFPTB-200-40LA	6 300	Ⅲ 级
变压器套管	BRLW ₁ -220	6 300	Ⅲ 级
隔离开关支柱绝缘子	GW ₄ -220DW	6 300	Ⅲ 级
阻波器支柱绝缘子	ZSW ₃ -220/10K-3	6 300	Ⅲ 级

1 调爬施工前屋外配电装置运行情况

石热 220 kV 屋外配电装置是 1987 年开始投入运行的,为双框架单列式高型配电装置,主变压器布置在 0 m 层,断路器、出线隔离开关布置在 10 m 平台处,母线隔离开关布置在 20 m 平台处,母线布置在 30 m 处,到目前为止已运行 15 年。

1.1 调爬施工前外绝缘情况

见表 1。

1.2 盐密测试情况

见表 2。

表 2 调爬施工前配电设备盐密情况

测试时间	取样部位	盐密值/(mg · cm ⁻²)	污秽等级
1997-04-17	224-9 刀闸支柱 C 相	0.11	Ⅳ 级
1998-03-26	2204-5 刀闸支柱 A 相	0.20	Ⅳ 级
1999-03	224-9 刀闸支柱 C 相	0.15	Ⅳ 级
2000-03	225-9 刀闸支柱 A 相	0.146	Ⅳ 级
2001-04	2200 乙-5 刀闸支柱 A 相	0.177	Ⅳ 级

1.3 污秽及清扫情况

1.3.1 污秽情况

每次停电清扫发现,污秽较严重,化学专业人员提取绝缘子表面污秽物分析,其中煤焦油含量较高。污秽物在长期强电场作用下,在瓷表面上形成一层不易被除去的污秽层,在大雾、雷雨季节极易发生污闪。

1.3.2 清扫情况

根据反措要求坚持逢停必扫的原则,基本上每年每台设备都有一次停电机会,但对于爬距不满足要求的设备每年一次的清扫无法达到清扫目的,调爬改造势在必行。

2 调爬施工方案确定

由于石热变电站的双框架单列式高型配电装置,大大增加了调爬施工的难度,以不影响变电站

表 3 新旧绝缘子技术性能比较

项目	型号	额定机电破坏负荷/ kN	爬电距离/ mm	15 片绝缘子爬电比距/ (cm · kV ⁻¹)	连接尺寸标记	主要尺寸/mm		生产厂家	重量/ kg
						H	D		
旧绝缘子	XWP2-70	70	400	2.38(2.73)	16	146	255	西瓷	5.6
新绝缘子	CA-872	160	545	3.24(3.72)	20	155	325	NGK 唐山	11

表 4 新旧绝缘子金具长度比较

新绝缘子	名称	12 t 直角挂板 Z-12	16 t 球头挂环 QP-16	15 片绝缘子 串长度	碗头挂板 WS-12	V型联板 (特制)	直角挂板 Z-10	总计
	长度	80	60	2 325	90	0	70	
旧绝缘子	名称	2 个 U 形挂环 U1-9	7 t 球头挂环 Q-7	15 片绝缘子 串长度	碗头挂板 WS-7	V型联板	直角挂板 Z-7	总计
	长度	85 × 2 = 170	50	2 190	70	60	80	

设备运行,使设备停电时间最短、施工安全为原则,计划随每间隔停电逐步安排设备调爬更换。对于母线耐张绝缘子的调爬更换,涉及到母线下方所有进出线间隔带电设备的安全运行,作为该工程的施工难点,经过几次技术论证会讨论才最终确定。

3 母线耐张绝缘子调爬方案

3.1 选用西瓷 18 片 XWP2-100 绝缘子

最初方案为用 18 片 XWP2-100 绝缘子,更换原 15 片 XWP2-70 绝缘子。由于原导线与耐张金具为爆压压接,该方案施工时,必须将导线与绝缘子串从 30 m 高处拆下放到 10 m 平台,期间要穿越 10 m 及 20 m 层带电设备,施工危险性较大,母线停电时间长。在方案论证时,有关专家提出了质疑。考虑到石热作为重要变电站单母线运行时间不易过长,同时应尽量减少施工时穿越带电间隔的次数,在有关专家的指导下母线耐张绝缘子调爬方案做了第一次调整。

3.2 选用 15 片 NGK 唐山三伞绝缘子

经有关专家推荐可使用非常规绝缘子代替传统绝缘子解决上述问题,即使用 15 片 NGK 唐山三伞绝缘子代替 15 片 XWP2-70 绝缘子,即满足增大爬距的要求又保持导线弧垂不变。由于该绝缘子为新型产品,当时仅通过了技术鉴定,产品鉴定正在进行,产品挂网运行时间不足 1 年,为此我们再次组织了技术论证会,对此方案进行技术可行性论证。两种绝缘子技术性能比较见表 3。

两种绝缘子串及金具长度比较见表 4。

由表 3、4 可见,采用特制金具(V型联板)更换新绝缘子串后,每跨导线约比更换前增加 $2 \times 5 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$,由于每串新绝缘子串比旧绝缘子串增加约 81% [为数据],根据绝缘子自身的重量进行调节,可以保证弧垂变化不会太大。

该方案通过调整金具尺寸来保证绝缘子串与原来长度相同,看似即解决了弧垂问题又满足了爬距要求,同时施工过程中不必将导线放下,直接进行绝缘子串的更换即可,施工安全性高需要母线停电时间短,几乎解决了更换 XWP2-100 绝缘子带来的所有问题。但在讨论过程中又出现了一个新问题:绝缘子重量比原来增加了近一倍,这对母线架构梁是一个严重的考验。请设计院再次核算母线架构梁,结果为:若使用 NGK 绝缘子,母线悬挂耐张绝缘子的架构梁(GZL-2 梁)的受力已基本达到极限值,该梁的设计允许应力值 $\sigma = 1.7 \times 9.8 \text{ kN/cm}^2$,使用 15 片 NGK 绝缘子设计应力值 $\sigma = 1.51 \times 9.8 \text{ kN/cm}^2$,考虑到此架构梁已使用了十余年,及今后的腐蚀情况,设计允许应力值、架构梁强度有所降低,设计建议:此梁采取加固措施后可使用该绝缘子。针对 GZL-2 梁的加固问题又召开了专家论证会,结论为在不卸载(除去 GZL-2 梁的所有负载)情况下无法对架构梁进行加固。故此方案不可行,母线耐张绝缘子调爬方案又进行了第二次调整。

3.3 每串增加 1 片 XWP2-70 绝缘子,并喷涂 RTV 涂料来提高污闪电压

由于母线架构梁承力的局限性,在调爬中不得过多地增加梁的载荷,基于以上原因,母线耐张绝缘子调爬方案做如下调整:原 15 片 XWP2-70 绝缘子爬电比距为 2.38 cm/kV ,若每串变为 16 片 XWP2-70 绝缘子,每串爬电比距为 2.54 cm/kV ,符合 3 级污区爬电比距要求。在此基础上每串(16 片)绝缘子上喷涂 RTV 防污闪涂料,与不喷涂的比较可以提高污闪电压 1.5 倍(见国网[1997]130 号文附件二《RTV 防污闪涂料使用指导性意见》的有关要求),达到 4 级污区要求。

表 5 调整前后绝缘子串长度比较

mm

更换前	名称	2个U形挂环 U1-9	7t球头挂环 Q-7	15片绝缘子 串长度	碗头挂板 WS-7	V型联板	直角挂板 Z-7	总计
	长度	85×2=170	50	2 190	70	80	80	2 640
更换后	名称	直角挂板	7t球头挂环 Q-7	16片绝缘子 串长度	碗头挂板 WS-7	V型联板	直角挂板 Z-7	总计
	长度	70	50	2 336	70	34	80	2 640

为保证调爬施工后导线弧垂不变,金具应做相应调整。若将 16 片 XWP2-70 绝缘子喷涂好 RTV 涂料后再整串更换,可以减少停电施工时间,但每串长度偏差较大,根据 GB 1001—86《盘形悬式绝缘子 技术条件》中的有关要求,每片绝缘子结构高度偏差的允许值为 $\pm(0.03H+0.3)$ mm。绝缘子串的结构高度偏差为 $\pm 0.024 nH$ 。在技术条件允许范围内的高度偏差可能会造成整串更换后绝缘子串长度变化太大,无法仅通过金具调整来满足导线弧垂不变的要求。

为保证绝缘子串长度变化最小,将调整方案改为每串增加 1 片 XWP2-70 绝缘子,每串增加 1 个绝缘子高度,使用特制 V 型联板及将 2 个 U 形环改为直角挂板,从而保证了绝缘子串长度基本不变。

绝缘子串长度调整前后比较见表 5。

该方案兼顾了母线架构梁的承重能力又保证了调爬后整体爬电比距的提高,施工时导线不动,减少了停电作业的时间,提高了施工安全可靠性,是调爬施工中的一个技术亮点。同时利用了原 XWP2-70 绝缘子,减少了工程造价。

3.4 关于 RTV 防污闪涂料

对于 RTV 防污闪涂料我们进行了慎重选择,以招标方式确定了使用单组份 RTV-800sh 绝缘子防污闪涂料。

为检验 RTV 防污闪涂料喷涂后的质量,在施工前对更换下来的 XWP2-70 绝缘子串,进行试喷涂。在喷涂后的第 5 天,发现 RTV 涂层部分有起皮现象,立即与有关专家进行了分析与讨论,怀疑清擦绝缘子使用的清洗剂中含有表面活性剂,其残存物造成了 RTV 涂料与绝缘子表面的附着力变差。经几次试验,证实了以上分析,同时对石热 220 kV 变电站绝缘子上常年积存的污秽物进行了化学分析,发现污秽物中煤焦油含量较大,这对 RTV 涂料的附着力也有一定影响,针对这种现象,采用特殊配方清洗剂去除绝缘子表面影响附着力的物质。再次试验附着力情况良好。母线绝缘子进行喷涂施工后未发现有起皮现象。

4 调爬施工工程范围与进度安排

220 kV 变电站屋外配电装置调爬施工共有 12 个间隔,其中包括 5 个进线间隔、5 个出线间隔、1 个母联开关间隔、1 个母线 TV 及避雷器间隔。计划调爬施工随间隔停电分步实施。出线间隔按照年度输变电设备检修计划进行,进线间隔根据机组检修与高备变停电时间进行,母联、TV 及避雷器间隔随母线停电进行。

调爬后设备外绝缘状况如表 6 所示。

表 6 调爬后设备外绝缘状况

设备名称	型号	外绝缘爬距/mm	符合污级
耐张绝缘子	16(XWP2-70)	6 400(喷涂 RTV)	IV 级
220 kV-4-5 刀闸间悬垂绝缘子	20(XWP2-70)	8 000	IV 级
进出线间隔门型架悬垂绝缘子	18(XWP2-100)	8 100	IV 级
支柱绝缘子	ZSW-220/400	7 820	IV 级
母线避雷器	Y ₁₀ W ₅ -220/520	7 820	IV 级
母线电压互感器	TYD220/ $\sqrt{3}$ - 0.01H	7 820	IV 级
线路耦合电容器	OWF110/ $\sqrt{3}$ - 0.01H	6 300(喷涂 RTV)	IV 级
线路电容式电压互感器	TYC220/ $\sqrt{3}$ - 0.005H	7 820	IV 级
开关套管	OFPTB-200-40LA	6 300(喷涂 RTV)	IV 级
变压器套管	BRLW ₁ -220	6 300(喷涂 RTV)	IV 级
隔离开关支柱绝缘子	GW ₄ -220DW	6 300(喷涂 RTV)	IV 级
阻波器支柱绝缘子	ZSW ₃ -220/10K-3	6 300(喷涂 RTV)	IV 级

5 结论

经过本次调爬施工后,石热 220 kV 变电站屋外配电装置外绝缘爬距由原来的 2 级、3 级污区爬距水平逐步提高到 4 级污区爬距水平,提高了整个变电站的防污闪能力,保证了在大雾污闪季节设备的安全运行。

(收稿日期:2003-02-28)