

10 kV 电缆升压至 20 kV 运行的实践

魏鸣琪,徐近龙,陈辉,韩志坚,吉玉雯
(苏州供电公司,江苏苏州 215021)

摘要:简要介绍了 10 kV 电缆升压至 20 kV 运行工程的概况,详细介绍了 10 kV 电缆升压前的状态评估项目及升压电缆的评估得分情况,电缆升压前的检测、试验项目要求以及升压改造后的试验项目、要求及试验结果,为 10 kV 电缆升压至 20 kV 运行提供了实际应用经验。

关键词:10 kV 电缆;升压;20 kV 运行;应用实践

中图分类号:TM714.2

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2010)03-0042-03

目前苏州市区 20 kV 配网主要集中在工业园区,经过十多年的运行,城市配网采用 20 kV 电压等级供电,其提高供电能力、降低损耗、节约土地资源等优点日益显现。随着 20 kV 供电区域的扩大,如何在 10 kV 配网供电成熟区域推进 20 kV 供电,有许多实际难题。为此,苏州公司本着“三节约”的宗旨,结合江苏省电力公司《10 kV 电缆及架空线路升压至 20 kV 技术指导意见》(以下简称《指导意见》)的颁布,于 2009 年 6 月在省内率先进行了 10 kV 电缆升压至 20 kV 电压等级运行的试验改造工作,以摸索 10 kV 电缆升压至 20 kV 运行实施中的技术难点及注意点,为后继的推广 20 kV 供电工作提供实践经验。

1 升压工程概况

本次升压的电缆为原 110 kV 研究城变 10 kV 出线 118 星宁 1 号线、131 星宁 2 号线的出线电缆。涉及升压的 2 回 10 kV 电缆(YJV22-8.7/15-400²)分别约 1.486 km,1.476 km,总计 2.962 km,如图 1 所示。

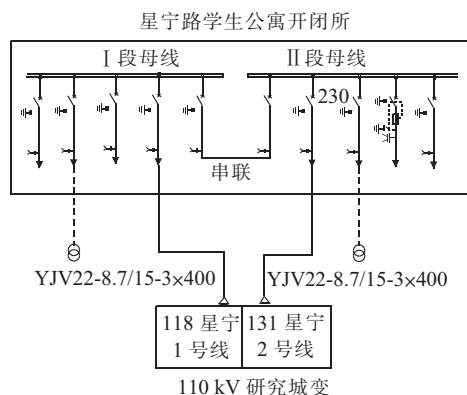


图 1 升压前接线

该 2 回 10 kV 电缆计划分别接 20 kV 电缆(YJV22-12/20-400²)2.023 km,然后分别由旺港 1 号、2 号环网室供。升压后电缆总长度分别为 3.509 km,3.499 km,如图 2 所示。

此外,同步完成星宁路学生公寓开闭所供用户的内部受电设备的升压改造。

2 升压前 10 kV 电缆的状态评估及摸底试验

本次升压工作严格参照省公司《指导意见》的要求对拟升压的 2 回 10 kV 电缆进行了状态评估及摸底试验^[1]。

2.1 状态评估

按照《指导意见》附录 A《10 kV 电缆升压至 20 kV 评估办法》的规定,对拟升压的 2 回 10 kV 电缆进行状态评估,表 1 为评估项目及得分情况。

表 1 评估项目及得分

项目	118 星宁 1 号线		131 星宁 2 号线	
	评估项目	得分	评估项目	得分
投运时间	2008 年 2 月	0	2008 年 2 月	0
护套形式	铠装	0	铠装	0
附件类型	冷缩	0	冷缩	0
年最高负荷电流	100 A	0	110 A	0
护套完整性	状态良好	0	状态良好	0
敷设方式	长距离穿管敷设	1	长距离穿管敷设	1
环境是否潮湿	电缆通道基本无水	0	电缆通道基本无水	0
故障次数和时间	无故障	0	无故障	0
附件故障次数	无故障	0	无故障	0
敷设路数	多路敷设	1	多路敷设	1
最终得分	0.2		0.2	

注:其他不涉及评估得分的评估项目在表上不一一列出,最终得分=各项得分之和/参与评分的项目数。

《10 kV 电缆升压至 20 kV 评估办法》中根据综合评估打分结果,将电缆状态分为良好、较好、一般、较差 4 个级别,每个级别对应的分值 X (综合评估打分)为:

状态良好 $X < 0.4$;

状态较好 $0.4 \leq X < 0.8$;

状态一般 $0.8 \leq X < 1$;

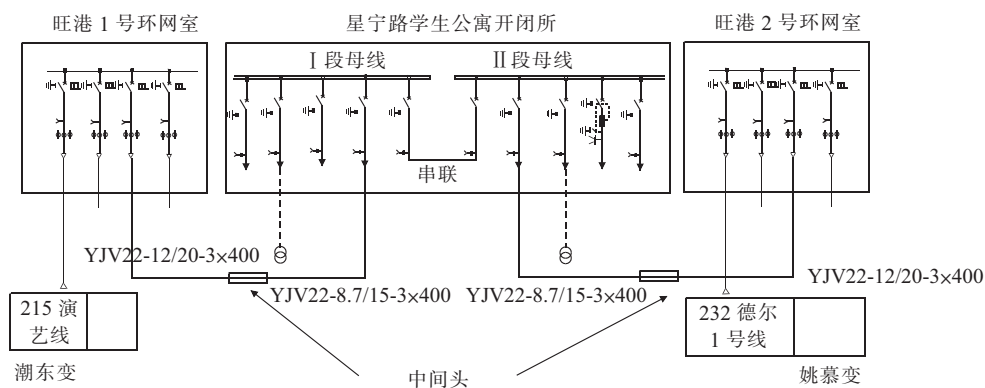


图 2 升压后的接线

状态较差 $X \geq 1$ 。

根据对拟升压运行电缆的综合评估得分(0.2分, <0.4分), 判定拟升压 2 回电缆的状态良好, 符合《指导意见》中升压电缆的基本要求, 可以进行升压运行。

2.2 升压前的摸底试验

按照《指导意见》附录 C《10 kV 电缆升压至 20 kV 现场试验判别导则》的规定, 对拟升压的 2 回 10 kV 电缆在停电切割前分别进行了介质损耗测量、局放以及主绝缘交流耐压试验。

(1) 介质损耗测量方法: 采用 0.1 Hz, 逐级施加 $1.0U_0, 1.5U_0, 2.0U_0$ 试验电压, 测量电缆主绝缘的介质损耗值^[2]。

(2) 局部放电试验方法: 采用 0.1 Hz, 逐级施加 $1.0U_0, 1.5U_0$ 试验电压, 检查有无局部放电。

(3) 主绝缘交流耐压试验方法: 采用变频谐振法, 相对地施加 $2.5U_0$ 试验电压 5 min, 检查电缆的耐压水平^[3]。

以上试验项目中 U_0 的取值均为 12 kV。根据《指导意见》的要求, 更换电缆附件前应做介质损耗测量, 更换电缆附件后做局放。为慎重起见更换电缆附件前后均做了介质损耗测量试验和局放。118 星宁 1 号线介损诊断数据见表 2。131 星宁 2 号线介损诊断数据见表 3。

根据《指导意见》附录 C《10 kV 电缆升至 20 kV 现场试验判别导则》4.4 条规定。

电缆三相中只要有一相的测量结果能同时满足以下条件的, 建议更换。

(1) $2.0U_0$ 试验电压下介损值超过 0.01;

(2) 比较 $1.0U_0, 1.5U_0, 2.0U_0$ 试验电压下介损的变化, 随每级电压升高介损值的增大速率高于 100%。

本次 2 回拟升压电缆的介损测量没有同时满足以上 2 个条件, 因此无需更换电缆本体即符合升压要求。局放试验(更换附件前非必做项目), 无明显局放。交流耐压试验均正常通过。

表 2 118 星宁 1 号线介损诊断数据

测量结果	介损 / $\times 10^{-3}$		
试验电压 /kV	13.2	19.7	26.2
A 相	6.788	8.471	8.895
B 相	8.773	11.588	11.73
C 相	16.574	20.192	21.169

表 3 131 星宁 2 号线介损诊断数据

测量结果	介损 / $\times 10^{-3}$		
试验电压 /kV	13.2	19.7	26.2
A 相	12.671	18.333	22.796
B 相	15.128	24.808	33.952
C 相	6.312	9.429	11.62

根据上述 3 项试验, 待升压电缆均满足《指导意见》中的技术要求, 因此这 2 回拟升压的 10 kV 电缆本体可以进行升压。

3 电缆附件更换

本次升压工程中全部采用了冷缩型 20 kV 电缆附件, 更换中间头 6 套, 更换终端头 2 套。电缆附件均采用同一厂家的产品^[4]。同时, 根据《指导意见》的要求, 对更换下来的电缆中间接头进行了抽检, 解剖未发现中间接头内有受潮、腐蚀的现象。

4 更换电缆附件后的试验

(1) 更换电缆附件后的局放试验, 无明显局放。

(2) 更换电缆附件后的介损测量(更换附件后非必做项目)。旺港 1 号环网室 2A3 开关至星宁路学生公寓开闭所 2A1 开关, 原 118 星宁 1 号线切割后介损测量数据见表 4。

表 4 原 118 星宁 1 号线切割后介损测量数据

测量结果	介损 / $\times 10^{-3}$		
试验电压 /kV	12	18	24
A 相	2.48	4.15	5.04
B 相	2.63	3.99	4.75
C 相	2.47	3.49	3.95

旺港 2 号环网室 2B3 开关至星宁路学生公寓开闭所 2B1 开关,原 131 星宁 2 号线切割后介损测量数据见表 5。

表 5 原 131 星宁 2 号线切割后介损测量数据

测量结果	介损 $\times 10^{-3}$		
试验电压 /kV	12	18	24
A 相	1.95	2.78	3.01
B 相	1.5	2.29	2.6
C 相	1.93	3.04	3.45

(3) 更换电缆附件后的交流耐压试验。旺港 1 号环网室 2A3 开关至星宁路学生公寓开闭所 2A1 开关,原 118 星宁 1 号线切割后耐压试验数据见表 6。耐压前绝缘电阻 A 相 4 000 M Ω ,B 相 4 500 M Ω ,C 相 4 600 M Ω ;耐压后绝缘电阻 A 相 5 200 M Ω ,B 相 5 500 M Ω ,C 相 5 400 M Ω ;结论为更换电缆附件后的交流耐压试验合格。

表 6 原 118 星宁 1 号线切割后耐压试验数据

试验内容	试验电 压 /kV	试验电 流 /A	试验频 率 /Hz	励磁电 流 /A	励磁电 压 /V	试验时 间 /min
A—屏蔽 (地)	30	7.1	37	63	80	5
B—屏蔽 (地)	30	6.8	37	65	75	5
C—屏蔽 (地)	30	6.9	37	65	75	5

旺港 2 号环网室 2B3 开关至星宁路学生公寓开闭所 2B1 开关,原 131 星宁 2 号线切割后耐压试验数据见表 7。耐压前绝缘电阻 A 相 4 100 M Ω ;B 相 4 700 M Ω ,C 相 4 500 M Ω ;耐压后绝缘电阻 A 相 5 300 M Ω ,B 相 5 700 M Ω ,C 相 5 500 M Ω ;结论为更换电缆附件后的交流耐压试验合格。

表 7 原 131 星宁 2 号线切割后耐压试验数据

试验内容	试验电 压 /kV	试验电 流 /A	试验频 率 /Hz	励磁电 流 /A	励磁电 压 /V	试验时 间 /min
A—屏蔽 (地)	30	7.1	37	63	80	5
B—屏蔽 (地)	30	6.8	37	65	75	5
C—屏蔽 (地)	30	6.9	37	65	75	5

根据上述的试验数据,拟升压电缆经过切割后符合《指导意见》中升压的要求,可进行升压运行。

5 用户内部设备改造情况

同步升压的用户内部装置,原开关柜在安装时已经使用 20 kV 电压等级的负荷开关,不需进行改造。

变压器为 10 kV,20 kV 双电压等级的设备,只需将变压器的高压绕组由并联改为串联即可。2 组 10 kV 进线避雷器则更换为 20 kV 电压等级的避雷器。

6 结束语

从 2009 年 6 月上述 2 回 10 kV 电缆升压至 20 kV 运行,至今已有 5 个月时间。2 回电缆上的负荷平均为 80 A 左右,运行情况良好。期间对电缆中间接头经测温检查,设备温升情况正常。但是考虑到 10 kV 电缆运行在 20 kV 系统时,其相对地电压较 10 kV 系统升高一倍,对其正常使用寿命可能有一定的影响。因此,按照《指导意见》的要求,公司制定了相应的巡视制度,缩短了这 2 回升压运行电缆的巡视周期,以便及时、全面掌握升压电缆的运行情况。并且每月对电缆的中间接头进行跟踪测温,计划年底在该升压运行的 2 回电缆上安装在线局放监测系统,以实时记录 10 kV 升压至 20 kV 运行电缆的局放数据,判断电缆的运行状态,为以后的升压改造工作积累经验数据。

10 kV 电缆升压至 20 kV 运行的成功,既节省了费用,又解决了 10 kV 配网供电成熟区域采用 20 kV 供电改造工作中遇到的“不允许开挖、敷设电缆”的难题,为推广 20 kV 配网提供了一个经济可行的技术方案。

参考文献:

- [1] 苏电生[2009]732 号. 10 kV 电缆及架空线路升压至 20 kV 技术指导意见[Z]. 2009.
- [2] 江日洪. 交联聚乙烯电力电缆线路[M]. 北京:中国电力出版社,1997.
- [3] 朱德恒,严 璋. 高电压绝缘[M]. 北京:清华大学出版社,1993.
- [4] 李宗廷,王佩龙,赵光庭,等. 电力电缆施工手册[M]. 北京:中国电力出版社,2001.

作者简介:

魏鸣琪(1972-),男,江苏苏州人,助理工程师,从事电力系统线缆专业技术工作;
徐近龙(1975-),男,江苏苏州人,高级工程师,从事电力系统高电压专业技术工作;
陈 辉(1976-),男,江苏南通人,工程师,从事电力系统高电压专业技术工作;
韩志坚(1978-),男,江苏苏州人,助理工程师,从事电力系统线缆专业技术工作;
吉玉雯(1962-),女,江苏苏州人,助理工程师,从事电力系统线缆专业技术工作。

自灭特性研究试验,共做了近百次试验, I_c 从10 A开始,基本上(占90%以上次数)都能自灭。后将 I_c 增大到约18 A,则出现了相当大的不能自灭机率,并发现了一些规律,就是能否成功自灭(<1 s)与起弧瞬间电源电压的相位角有很大关系。试验表明在合闸相角的 180 ± 30 电度区间内电弧不易自灭,这是把自灭时间限制在 <0.5 s的条件下得出的,如果放宽至1 s,则自灭几率会增加。

2008年3月,采用了如图1所示的模拟试验回路,在中性点接入消弧线圈进行过补偿的方式,做了近20次试验,用FK按步长 18° 选相合闸, $I_D = I_L - I_C$,大约为10 A感性电流。试验进行非常顺利,全部次数均能够成功自灭,电弧持续时间在几个ms至0.7 s。因现在中压配电系统中都采用消弧线圈自动调谐的运行方式^[2,5],能保证接地电流 I_D 不会偏离10 A太多。

4 结束语

试验结果验证了35 kV电网运行规程规定接地电流应小于10 A的合理性和可靠性(这个规定值是引用原苏联相应电网的数据,我国并未严格进行过

这方面的验证研究)。因此,该试验研究结果对我国35 kV电网的正常安全运行,有一定现实意义。

参考文献:

- [1] 李福寿. 中性点非有效接地电网的运行[M]. 上海:上海交通大学出版社,1995.
- [2] 张松,孙伟,陈文针. 消弧线圈自动调谐的研究[J]. 高压电器,1999,35(2),3-7.
- [3] 王章启,顾霓鸿. 配电自动化开关设备[M]. 北京:水利电力出版社,1995.
- [4] 钱家骊,张节容,徐国政,等. 高压开关开合电容电流和小电感电流[M]. 北京:中国电力出版社,1999.
- [5] 周行星,李福寿. 单相接地电容电流全状态自动补偿[J]. 高电压技术,1995,21(2),47-50.

作者简介:

吴盛刚(1939-),男,重庆人,高级工程师,从事高压电器试验回路研究及检测工作;

李玉春(1972-),男,辽宁人,高级工程师,从事高压开关试验研究及检测工作;

杨海芳(1974-),女,山西运城人,高级工程师,从事高压开关试验研究及检测工作;

李炜(1976-),男,河北保定人,工程师,从事高压开关试验研究及检测工作。

Research on the Simulation Experiment of the Character of Extinguishing in Single-Phase Earth Fault of 35 kV Power Network

WU Sheng-gang, LI Yu-chun, YANG Hai-fang, LI Wei

(China Electric Power Research Institute, Beijing 100192, China)

Abstract: This paper proposes the run-lines to simulate the fault of single-phase earth of 35 kV power network in network test station. There are two connection modes, including neutral insulation and neutral earth with an arc suppression coil. The auto-reclosing current is capacitive and inductive separately. Some desired results are achieved through more than 100 research trials, which can provide practical value data for the normal and reliable operation of 35 kV power network.

Key words: earth fault; auto-closing current; arc suppression coil; neutral point

(上接第44页)

The Practical Application of 10 kV Power Cable Upgraded to 20 kV System

WEI Ming-qi, XU Jin-long, CHEN Hui, HAN Zhi-jian, JI Yu-wen

(Suzhou Power Supply Company, Suzhou 215021, China)

Abstract: This paper briefly introduces the running situations of 10 kV power cable upgraded to 20kV, interprets the projects of status assessment before boosting, and describes the marks of the assessment. The detection and requirement of the testing items before boosting are introduced; the testing items, requirement, and experimental results after boosting are also presented. This work provides practical application experiences for the operation of 10 kV power cable upgraded to 20 kV.

Key words: 10 kV cable; boost; the operation under 20 kV; the practical application experiences

看创新、看环保

国家电网公司拥有多项电力建设方面的“世界第一”,而这次世博会的展馆设计,更是充分展示了多项吸引眼球的新技术、新材料。依靠一个叫做“向日葵”的12镜太阳光导入系统,展馆能轻松地地为地下室和VIP接待区提供照明。此外,太阳能光伏发电系统、光导照明系统也将“可持续发展”的城市电网发展理念阐述得淋漓尽致。设计者甚至详细计算了世博会期间上海的风向、日照,因此场馆内的生态设计就在充分考虑了日照、日影和风矢量的变化后,为市民预设了一个没有日晒、采光充足、空气流通的惬意游览空间。而整个场馆内部的通道,更是巧妙地利用了上海的夏季风向,形成了一条能“捕捉”夏风的S形节能清凉走廊。站在中间,真能体会到清风徐来的妙趣。