



湖南湘乡 110kV*线**

7.8 公里长电缆交流耐压

试验技术方案



尔森运维

2021. 6. 21



批 准： _____ 日 期： _____



审 核： _____ 日 期： _____

尔森运维

编 写： _____ 日 期： _____





工程名称：湖南湘乡 110kV--站至--站单回电缆线路，长度：7811m，电缆截面为 1000mm²。

电缆型号：FY-YJLW03-Z, 64/110 1*1000 mm² 。

本作业任务为：110kV--站至 110kV--站的 110kV--线电缆耐压试验、局放试验及电缆外护套试验。

本方案计划实施日期为： 2021 年 6 月 18 日左右

2、施工组织机构：

现场试验负责人：

现场技术负责人：

现场安全负责人：

施 工 班 组：

试 验 人 员：

3、试验目的

对湖南湘乡 110kV---站至 110kV---站的 110k--线电缆耐压试验、局放试验及电缆外护套试验，检验其经运输、安装后绝缘状况是否满足交接试验规程要求。

4、试验依据

3.1 GB 50150—2018 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

3.2 厂家技术条件及业主要求

5、试品参数

型 号：FY-YJLW03-Z, 64/110 1*1000mm²

规 格：1×1000mm²

额定电压：64/110kV

电缆长度：7.811km

6、试验项目

6.1 电缆核相

6.2 测量外护套对地绝缘电阻

6.3 电缆芯线对护套及地绝缘电阻测量

6.4 电缆芯线对护套及地交流耐压试验

6.5 高频电流法电缆局放检测



7、试验参数估算

试验电压： $U=128\text{kV}$

高压电抗器电感值：用四台 40H 电抗器并联， $L=10\text{H}$

电缆电容量： $C=8.146\text{km}\times 0.282\ \mu\text{F}/\text{km}=2.2972\ \mu\text{F}$

试验电压频率： $f=1/2\pi\sqrt{LC}=33.2\text{Hz}$

高压试验电流： $I=2\pi fCU\ I=61.3\text{A}$

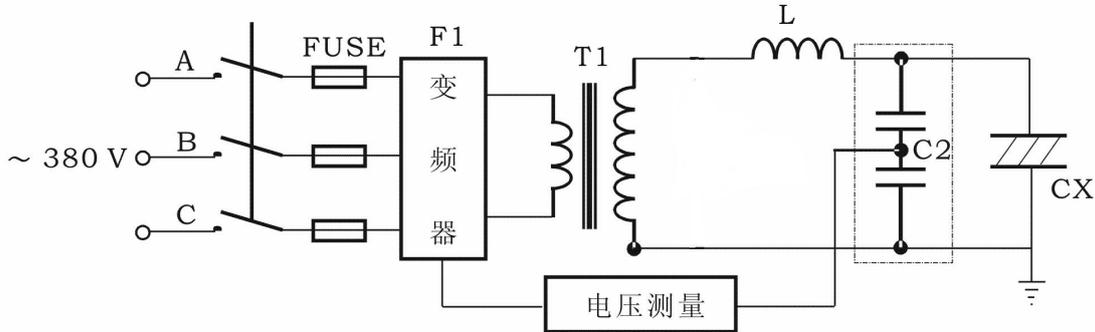
电源电流： $I_0\approx 180\text{A}$

8、试验接线

本试验装置为调频式的串联谐振电抗器，频率调节范围在 20—300Hz。通过调节电抗器与被试品串联回路的频率使之产生谐振，从而得到一定频率的交流电压，然后通过励磁变压器将电压升至试验所需的，其电压的高低与回路的品质因数有关。

试验回路谐振条件： $f=1/2\pi\sqrt{LC}$

原理接线图：



串联谐振耐压试验接线原理图

F1 — 变频器

T1 — 励磁变压器

L — 高压电抗器

C2 — 电容分压器

CX — 被试品

9、主要检验设备清单及精度要求

表 1：主要检验设备清单及精度要求

序号	检验设备名称	精度等级
1	数字万用表	5.0 级
2	电容分压器	1.0 级
3	钳形电流表	2.0 级



10、试验前准备

10.1 被试电缆所有安装工作全部完成，电缆终端接头、中间接头安装完毕，电缆外护套保持正常运行状态，至少保持一个可靠接地点；电缆护套保护器短接；电缆终端头已解开与其他设备的所有引线及与 GIS 连接导杆断开。

10.2 两侧需要加压间隔的避雷器、电压互感器，请确定已经拆离相应导体并补充 SF6 气体，待相关间隔电缆高压试验完毕后再行恢复接入；

10.3 GIS 与电缆连接的气室间隔 SF6 气体应满足运行要求（SF6 气体压力，气体泄漏及微水测试合格）。

11、试验配合

安装单位提供场地放置试验设备，负责提供 5 吨以上吊车吊装试验设备，提供 380V、200A 三相试验电源，负责将高压试验引线接到被试设备加压位置，负责 GIS 有关开关必需的操作，负责被试电缆与 GIS 连接导杆断开工作，负责完成 GIS 与电缆连接的气室间隔 SF6 气体的有关检测，负责电缆与 GIS 连接处的安全监护工作。

12、试验步骤

12.1 首先在湖南湘乡 110kV---站拆除线路地刀接地铜牌，合上线路接地刀闸配合对侧核对 110kV 疏达线电缆相序，正确后恢复地刀接地铜牌并拉开接地刀，相序必须确保正确方可进行耐压试验。在进行 110kV---线耐压试验时，将试验设备安装在 110kV---站 110kV---线间隔电缆出线处，调试好设备。试验场地四周装设围栏，悬挂“止步，高压危险！”标示牌。

12.2 将试验引线接上 110kV---站 110kV ---线电缆终端接头 A 相，其余二相接地。

12.3 测量 110kV---站 110kV ---线电缆 A 相外护套对地及主绝缘对地的绝缘电阻。

12.4 检查试验回路所有接线，检查测量仪表，准备开始试验。

12.5 合上试验电源，开始试验，将试验回路调至谐振。

12.6 将输出电压逐渐升至 128kV，保持试验电压 60min，期间对电缆中间头及电缆终端头进行局放测试，试验结束，耐压时间到后快速降压至零，断开试验电源，高压端挂接地线。

12.7 试验过程中如发生闪络、击穿或异常情况，应立即暂停试验。安装方应安排人员检查电缆是否需要处理，确定能否再次进行耐压试验。试验方应检查试验设备是否损坏，如有



损坏须立即检修。

12.8 重新试验时如再次发生闪络或击穿，安装方必须确认电缆经检查处理后符合耐压试验要求，重复执行 12.6 步骤，直至试验完成。

12.9 再次测量 110kV 达濠站 110kV 疏达线电缆 A 相的绝缘电阻。

12.10 依次试验 B、C 相，试验完成。

13、安全措施

13.1 根据工作需要办理相关工作票，工作负责人办理工作票，并会同运行值班人员检查现场安全设施是否完备。

13.2 工作前负责人根据现场实际情况及工作票所列安全措施，对工作班成员进行安全、技术交底，严禁无交底人员进行施工。

13.3 进入施工现场规范佩戴安全帽、穿工作服、佩戴胸卡。

13.4 试验场地装设围栏，悬挂“止步，高压危险！”标示牌，禁止与试验无关的人员靠近。

13.5 试验设备接地应用专用线夹连接并保持牢靠。

13.6 试验设备及高压试验引线与周围设备及接地体应有足够的安全距离，至少大于 1.5m。

13.7 试验过程中应注意观察，加压过程应呼唱并报时，发现有异常情况应暂停试验。

13.8 试验过程如有击穿放电而需要判断位置，重新加压时，人员不能靠得太近，特别是在进出线附近。

13.9 试验电源应有专用开关箱。

13.10 高空作业必须带好安全带，试验时在安全围栏周围派专人监护，防止无关人员进入，更改试验接线及试验结束必须断开主电源，挂上接地线后才可以接触试验线。

13.11 被试电缆末端应有人监视，注意电缆与 GIS 连接处是否有异常，与试验人员应保持通讯畅通。

14 安全风险辨析与预控

序号	安全风险	预控措施
1	进入施工现场的试验人员未正确佩戴安全帽，容易被物体碰撞头部受伤	安全员对进入现场人员的安全防护用品使用进行检查，确保人员正确佩戴安全帽，进站人员遵守站内一切规章制度，服从站内管理
2	试验人员未正确穿工作鞋进站工作，容易引起脚部扭伤或刺伤	安全员对进入现场人员的安全防护用品使用进行检查，确保人员所穿工作鞋符合要求，进站人员遵守站内一切规章制度，服从站内管理



3	试验人员对被试设备的性能不了解, 试验时可能导致被试设备损坏	试验负责人将被试设备的性能对工作人员进行技术交底, 确保工作人员了解被试设备的性能
4	试验人员对所用试验设备、仪器的性能不了解, 试验时可能导致试验设备损坏	试验负责人将所用试验设备、仪器的性能对工作人员进行技术交底, 确保工作人员了解所用试验设备、仪器的性能
5	试验人员对被试设备的性能不了解, 试验时可能导致人员伤亡	试验负责人将被试设备的性能对工作人员进行技术交底, 确保工作人员了解被试设备的性能
6	试验人员对所用试验设备、仪器的性能不了解, 试验时可能导致人员伤亡	试验负责人将所用试验设备、仪器的性能对工作人员进行技术交底, 确保工作人员了解所用试验设备、仪器的性能
7	使用有缺陷的试验设备、仪器, 在试验过程中引起试验电压过高, 造成被试设备受损	对试验设备定期检验, 使用前进行设备外观、检验合格证等检查, 确保试验设备完好。
8	使用有缺陷的试验设备、仪器, 在试验过程中引起试验电压过高或漏电, 造成人身伤害	对试验设备定期检验, 使用前进行设备外观、检验合格证等检查, 确保试验设备完好, 试验设备外壳接地良好。
9	选用不合适的试验设备引起设备受损	根据试验要求选用合适的试验设备仪器, 使用前对试验设备进行外观、检验合格证等检查, 确保试验设备满足。
10	不正确使用试验设备可能引起设备受损	工作负责人工作前对工作班组人员进行技术交底, 确保根据试验要求正确使用试验设备仪器。
11	错误的试验方法, 试验时可能引起设备受损	工作负责人工作前对工作班组人员进行技术交底, 确保工作人员按照作业指导书及试验方案进行试验。
12	在运行站工作未办理工作票, 误入运行间隔、误碰运行设备, 造成人身伤害	进行系统调试工作前, 办理相应的工作票, 工作负责人做好试验前安全交底及试验过程中的安全监护工作, 试验区域与相邻带电区域有明显的隔离措施; 工作前工作负责人检查隔离措施的正确性
13	在运行站工作未办理工作票, 误入运行间隔、误碰运行设备, 造成设备跳闸	进行系统调试工作前, 办理相应的工作票, 工作负责人做好试验前安全交底及试验过程中的安全监护工作, 试验区域与相邻带电区域有明显的隔离措施; 工作前工作负责人检查隔离措施的正确性
14	不严格执行工作票工作范围, 容易误碰运行设备, 造成停电	工作负责人工作前对工作班组人员进行技术交底, 确保工作人员在工作票范围内工作。
15	进行系统试验时, 由于不了解系统设备状态, 误碰运行设备	进行系统调试工作前, 办理相应的工作票, 试验区域与相邻带电区域有明显的隔离措施; 工作前工作负责人检查隔离措施的正确性, 同时向工作人员进行安全技术交底。试验过程中设专人监护
16	进行系统试验时, 由于不了解系统设备状态, 误碰带电设备触电	进行系统调试工作前, 办理相应的工作票, 试验区域与相邻带电区域有明显的隔离措施; 工作前工作负责人检查隔离措施的正确性, 同时向工作人员进行安全技术交底。试验过程中设专人监护
17	高压试验、系统试验过程中, 非试验人员误入试验区造成人身伤害	高压试验、系统试验前指派专职监护人, 试验区域应有明显的警示牌及隔离措施



18	对与运行设备有联系的系统进行调试时,没有采取隔离措施,试验人员容易误进带电间隔造成人身伤害	试验前,在试验区域与相邻带电区域设置明显的隔离措施;工作负责人检查隔离措施的正确性,同时向工作人员详细介绍系统设备状态。必要的地方应设专人监护
19	试验过程作业人员擅离岗位,可能造成非试验人员误闯试验区发生人身触电	工作负责人与监护人员认真履行职责,互相监督,禁止工作人员擅离岗位。
20	试验过程作业人员擅离岗位,试验时间过长引起设备受损	工作负责人与监护人员认真履行职责,互相监督,禁止工作人员擅离岗位。
21	试验电源布置不合理,可能引起试验设备输入电压不符合要求,造成试验设备受损	试验人员对所接试验电源按类别、相别、电压等级合理布置,并标识。接线前用仪器检查电压等级,确保接入电源符合设备要求。
22	试验台四周未铺设绝缘垫,当试验仪器发生漏电时,造成试验人员触电	试验前,在高压试验台四周铺设绝缘垫;安全员检查绝缘的可靠性。
23	试验设备外壳未接地,当试验仪器绝缘降低,可能造成漏电伤人	试验前检查高压试验设备,确保试验设备外壳可靠接地。
24	试验设备外接地线截面积过小,容易烧断,当试验仪器漏电时,可能伤人	接地线使用截面积不小于4mm ² 的多股软裸铜线,并接地可靠
25	用自来水管、暖气管及铁轨作为试验设备的接地体,当试验仪器漏电时,造成水管等接地体带电,可能造成人员伤亡	试验前,试验负责人对设备的接地进行检查,确保接地线接在专用的接地体上,严禁接在自来水管、暖气管及铁轨上。
26	采用缠绕等不当的接地方式,接地线与设备接触不良,当试验仪器漏电时,容易造成触电事故	试验前,试验负责人对设备的接地进行检查,确保接地线接地正确
27	被试设备外壳接无接地,试验时,可能产生过电压伤人	试验前,试验负责人检查被试设备的接地状况,确保被试设备的外壳接地可靠。
28	不牢固的高压引线在试验时容易脱落,造成人员触电	试验前,试验负责人检查高压引线的紧固情况,确保高压引线牢固。
29	试验设备布置不合理,造成高压引线过长,在试验时容易脱落,造成人员触电	试验前,勘察试验场所,选择合适的试验设备摆放点,尽量靠近被试验设备,确保高压引线牢固并应尽量缩短。
30	高压引线使用非绝缘物固定,试验时容易击穿,造成设备损坏	试验负责人试验前对固定高压引线的物体进行检查,确保高压引线使用绝缘物支持固定
31	现场高压试验区域、被试系统的危险部位或端头,未按要求设置临时遮栏和悬挂标示牌,当试验时,非试验人员误闯试验区域造成触电	工作前试验负责人检查安全措施,确保高压试验区域、被试系统的危险部位或端头,均设临时遮栏或标志旗绳,向外悬挂“止步,高压危险!”的标示牌,并设专人警戒。
32	试验接线不正确,试验时引起设备损坏	试验前试验负责人对接线情况进行检查,确保试验接线正确
33	变频源未为零位,加压试验引起电压异常损坏设备	合闸前试验人员检查变频源是否零位启动
34	试验开始时人员未撤离高压试验区,引起触电	试验前试验负责人通知现场人员撤离高压试验区域,检查确保无关人员已撤离高压试验区域方可加压。



35	试验开始时, 指挥信号不清晰不准确, 导致作业人员未撤离就开始试验, 可能造成人员触电	加压前试验负责人进行交底时强调工作人员应精神集中, 试验负责人传达口令应清楚准确, 应确保在场的全体人员撤出试验现场后方可进行试验。
36	高压试验过程中, 操作人员未戴绝缘手套、未穿绝缘鞋或未使用绝缘台操作, 当试验仪器绝缘降低, 可能造成漏电伤人	操作前试验负责人检查操作人员防护情况, 确保试验人员正确使用安全防护用具, 并对作业过程进行监护
37	试验电源开关损坏, 或无漏电保护器, 出现异常情况时无法断开电源, 导致试验人员更改接线时触电	试验前, 试验负责人检查试验电源开关及电源指示灯的状况, 确保试验电源有明显的开关断开点和电源指示, 并有可靠的漏电保护器。
38	电容类设备试验后, 未充分放电或试验人员未断开试验电源, 试验人员更改试验接线时, 试验线路带电导致触电	工作负责人在工作前对试验人员进行试验安全交底; 并指定监护人员, 监护人员认真履行职责, 确保试验人员更改接线或试验结束时先断开试验电源, 再进行放电(指有电容的设备), 并将升压设备的高压部分短路接地
39	被试设备绝缘不合格, 高压试验过程中, 可能造成试验设备损坏	电器设备在进行高压试验前, 试验人员对被试设备先测定绝缘电阻, 确认绝缘电阻合格后方可进行试验
40	试验前后未对试验设备放电导致残余电荷电伤。	工作负责人在工作前对试验人员进行试验安全交底; 确认试验人员先对被试设备进行接地放电后, 方可拆接引线。
41	手拿地线对被试设备放电引起触电	监护人员监督试验人员对高压试验设备的高压电极用接地棒接地, 确保接地极接好后再接被试设备。
42	高压试验前后, 试验人员未对容性试品放电, 导致残余电荷电伤作业人员。	监护人员监督试验人员用带电阻的接地棒或临时代用的放电电阻对高压试验前后的高压电机、变压器、电容器、电缆等设备进行放电, 然后再直接接地或短路放电, 确保试验前后容性试品无残留电荷。
43	试验人员在无接地措施的高压设备工作, 由于误操作、倒送电等原因, 引起触电	工作前由工作负责人对试验人员进行试验安全交底, 并对工作环境进行检查, 严禁试验人员在接地线或短路线已拆除的设备上工作。
44	暴雨、大风天进行高压试验时导致设备绝缘降低引起触电	按照试验规程要求: 在雷雨和六级以上大风的天气停止高压试验。
45	暴雨、大风天进行高压试验时导致设备倾倒, 造成设备损坏	按照试验规程要求: 在雷雨和六级以上大风的天气停止高压试验。并对设备做好防倾倒措施。
46	试验过程中, 设备发生异常, 试验人员在未拉开试验电源、未对设备接地放电的情况下就进行检查, 导致触电	工作负责人在工作前对试验人员进行试验安全交底, 监护人员监督试验人员确保已拉开试验电源、设备接地放电后方可进行异常检查
47	试验结束临时安全措施未拆除, 现场未清理, 便报工作终结, 设备投运可能引起跳闸	试验工作结束后, 试验负责人对试验场所进行检查, 确保被试设备上无被遗忘的工具和导线等其他物件, 并拆除临时遮栏和标志旗绳, 将被试设备恢复原状
48	高空作业时, 未系安全带, 造成人员高空坠落。	高空作业设专人监护, 对现场人员的安全防护用品使用进行监督, 确保高空作业必须系好安全带, 不得低挂高用。



49	试验时,作业人员与带电设备安全距离不够造成人员触电	进行试验工作前对与运行设备有联系的系统办理相应的工作票, 试验区域与相邻带电区域有明显的隔离措施; 工作前工作负责人检查隔离措施的正确性, 同时向工作人员详细介绍系统设备状态。必要的地方应设专人监护, 确保试验人员与带电设备达到: 110kV—1.5m 以上的安全距离
50	未经过专业培训和考核合格的施工人员进行试验工作, 因操作不当造成设备破损	由项目总工对特种作业人员资质进行审核, 确保特种人员资质符合要求
51	未经过专业培训和考核合格的施工人员进行试验工作, 因操作不当造成人员触电	由项目总工对特种作业人员资质进行审核, 确保特种人员资质符合要求
52	高空上下传递物件时, 采用抛接的方式传递物件, 导致物件滑落, 打击设备	高处作业所用工具、材料一律放在工具包内, 上、下物件用小绳传递, 严禁抛扔, 以防落物损坏设备
53	高空上下传递物件时, 采用抛接的方式传递物件, 导致物件滑落, 造成人员身体打击	高处作业所用工具、材料一律放在工具包内, 上、下物件用小绳传递, 严禁抛扔, 以防落物伤人
54	在夜间或光线不足的地方进行作业, 作业人员因光线不足造成触电	在夜间或光线不足的地方安装足够的照明设施, 确保光线满足施工要求
55	试验接线工作人员攀爬瓷瓶, 瓷瓶断裂导致工作人员高空坠落	工作负责人在工作前对试验人员进行试验安全交底, 确保试验接线时使用人字梯或吊车等合格的登高工器具
56	试验设备吊装时, 指挥信号不清晰, 造成配合不良, 导致设备跌落损坏	由项目总工对特种作业人员资质进行审核, 确保特种人员资质符合要求
57	试验设备吊装时, 用有缺陷的尼龙绳吊装设备, 容易引起尼龙绳断裂造成设备跌落损坏。	使用前由专人检查, 确保尼龙绳合格方可使用。
58	试验设备绑扎不稳, 吊装过程中设备跌落而砸伤人员	起吊设备前试验负责人检查吊带或钢丝绳, 确认完好, 设备或吊臂的正下方无工作人员, 设备摆动时不得靠近, 待稳定后再工作
59	试验设备绑扎不稳, 吊装过程中设备跌落	起吊设备前试验负责人检查吊带或钢丝绳, 确认完好, 设备或吊臂的正下方无工作人员, 设备摆动时不得靠近, 待稳定后再工作
60	试验设备吊装时, 使用无限位的梯子, 容易导致施工人员从梯子上跌落而受伤	试验设备吊装时, 使用的人字梯应有紧固的铰链和限制开度的拉链。
61	试验电源容量太小, 造成电源跳闸, 甚至危及运行设备	工作前工作负责人了解清楚临时施工电源或检修电源容量情况, 试验时确保施工电源容量足够
62	试验设备容量太小, 当被试设备的充电电流大于试验设备的额定值, 可能造成设备烧损	工作前先测定被试设备对地电容并以此计算被试设备所需容量, 确保试验设备容量足够
63	电压和频率不稳定导致试验设备损坏	工作人员在试验前用仪器测量电源电压, 确保符合试验要求
64	工作中人员由于身体、精神状况不佳, 可能导致误碰带电设备触电	工作前工作负责人检查工作班人员身体、精神状况, 对有精神不振、注意力不集中 (如有明显的疲劳、困乏、饮酒后) 等状况的人员安排退出此项工作



65	作业前准备工作不充分,作业现场情况核查不全面、不准确,可能导致误碰带电设备造成触电	工作前工作负责人详细勘查了解作业现场情况,仔细核对图纸,以确定可行的施工方案和作业中的不安全因素,制定切实可行的安全措施,并组织作业人员结合现场实际认真学习。
66	因工作任务紧,专职监护人参与作业,引起工作中缺少监护可能导致人员触电	工作前工作负责人进行安全及技术交底,根据工作需要指派专职监护人,强调专职监护人全程监护,不得参与其他工作

附表 1: 湖南湘乡 110kV ---线准备工作检查表

序号	内容	施工方确认	监理方确认
1	被试电缆与 GIS 连接导杆断开		
2	两侧需要加压间隔的避雷器、电压互感器,已经拆离相应导体并补充 SF6 气体		
3	GIS 与电缆连接的气室间隔 SF6 气体密封性试验合格		
4	GIS 与电缆连接的气室间隔 SF6 气体含水量测量合格		
5	GIS 的状态已操作至试验状态		
6	影响试验的相关设备已拆卸,绝缘距离满足试验要求。		
7	试验电源满足试验要求		

施工方案及安全风险评估报告审批表

