



中国南方电网有限责任公司电网建设施工作业指导书

第 8 部分：配网工程

高压开关柜试验作业指导书

编码：DQSY-02

目 次

1 适用范围 267

2 编写依据 267

3 作业流程图 267

4 安全风险辨析与预控 268

5 作业准备 13

6 作业方法 6

7 质量控制措施及检验标准 9

1 适用范围

1.1 电压等级

35kV 及以下配网工程。

1.2 电气类别

适用于 10kV 配网工程高压开关柜交接试验。

2 编写依据

表 2 编 写 依 据

序号	引用资料名称
1	GB 50150—2006《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》
2	DL 560—1995《电业安全工作规程》（高压试验室部分）
3	DL 5009.3—1997《电力建设安全工作规程》（变电所部分）
4	DL 408—1991《电业安全工作规程》（发电厂和变电所电气部分）
5	GB 11032—2000《交流无间隙金属氧化物避雷器》
6	DL/T 5161—2002《电气装置安装工程 质量检验及评定规程》
7	《中国南方电网有限责任公司基建工程质量控制作业标准（WHS）》

3 作业流程图

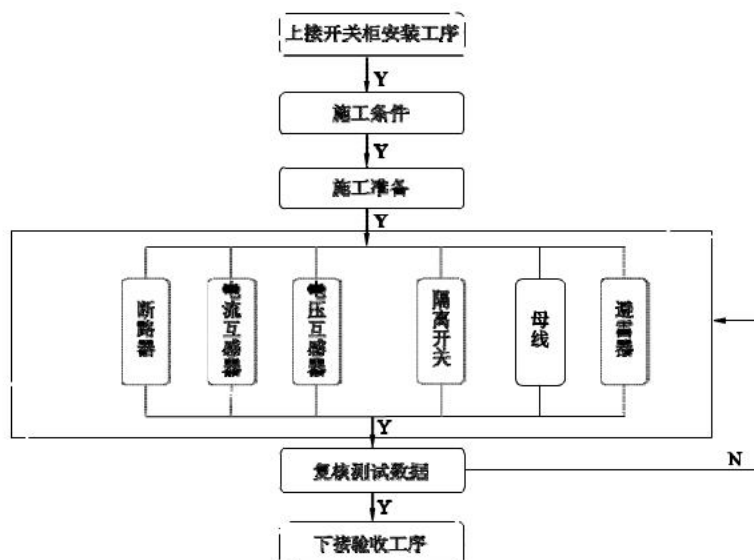


图 3 作业流程图

4 安全风险辨析与预控

4.1 高压开关柜试验作业前，施工项目部根据该项目作业任务、施工条件，参照《电网建设施工安全基准风险指南》（下简称《指南》）开展针对性安全风险评估工作，形成该任务的风险分析表。

4.2 按《指南》中与高压开关柜试验作业相关联的《电网建设安全施工作业票》（编码：DQSY-02-01/01），结合现场实际情况进行差异化分析，确定风险等级，现场技术员填写安全施工作业票，安全员审核，施工负责人签发。

4.3 施工负责人核对风险控制措施，并在日站班会上对全体作业人员进行安全交底，接受交底的作业人员负责将安全措施落实到各作业任务和步骤中。

4.4 安全施工作业票由施工负责人现场持有，工作内容、地点不变时可连续使用 10 天，超过 10 天须重新办理作业票，在工作完成后上交项目部保存备查。

表 4.1 作业任务安全基准风险指南

序号	危害名称	风险种类	风险等级	风险控制措施
1	使用破损的试验设备进行试验作业	触电	中等风险	1. 使用合格的设备； 2. 试验前对设备进行自检； 3. 设备外壳必须可靠接地； 4. 试验时人员及设备应在绝缘垫上
序号	危害名称	风险种类	风险等级	风险控制措施
2	高压试验区域隔离警示措施不足	触电	中等风险	高压试验区域应做好隔离措施，向外悬挂警示牌，设专人监护
3	对被试品放电不戴绝缘手套，不使用放电棒	触电	中等风险	戴绝缘手套用放电棒对被试品放电
4	高压试验时，人员与设备未满足安全距离	触电 灼（烫）伤	中等风险	1. 试验人员试验开始前进行现场巡查清理，确定工作范围人员已处于安全区域； 2. 试验过程中设专人监护，加压前大声并呼唱
5	试验接线错误	设备烧损	低风险	1. 试验人员熟悉试验规程及试验仪器的使用方法； 2. 试验前再次检查接线是否正确
6	试验仪器操作错误	设备烧损	低风险	1. 试验人员熟悉试验规程及试验仪器的使用方法，并按其要求操作； 2. 试验时应有人监护并进行呼唱，操作人员应站在绝缘垫上
7	未切断试验电源更换接线	触电	中等风险	试验电源应有断路开关和指示灯，更改接线时或试验结束时，应首先断开试验电源、放电并将升压设备高压部分短路接地
8	升压试验前，调压器未调零	设备烧损	中等风险	试验合闸前必须先检查接线，通知现场人员远离高压试验区域，将调压器调至零位缓慢上升，注意设备动态
9	绝缘电阻试验后未对被试设备进行放电	触电	中等风险	试验后被试验设备必须放电
10	试验设备外壳无可靠接地	触电	中等风险	试验设备外壳必须可靠接地，试验接地线应符合规程规定
11	试验结束，未拆除试验线、遗留物品	设备烧损	中等风险	试验完成应对试验区域进行检查，做到“工完、料净、场清”，恢复试验前状态
12	非被试绕组未接地	设备疲劳损坏	中等风险	在绝缘电阻测量、交流耐压试验中，电压互感器二次绕组需要短接并接地
13	高压熔断器损坏	设备烧损	低风险	试验前取下高压熔断器
14	避雷器试验未放电	触电	中等风险	试验前和试验后都应对试品可靠放电

5 作业准备

5.1 作业前施工条件

表 5.1 作业前施工条件

序号	项目	内 容	确认人	说明
1	任务单	根据本单位实际设置内容（包含本项工作）	本工序施工负责人	经审批
2	图纸	设备变更单、设计图纸	本工序施工负责人	经审批
3	预算材料表	含主、辅材	本工序施工负责人	经审批
4	施工方案	施工措施、安全技术交底（项目部级）	本工序施工负责人	经审批
5	相关证照	根据需要办理涉及进入工作场所的手续、证件	本工序施工负责人	有效
6	确认上一道工序检查合格	（1）高压开关柜已安装完成，符合规范标准；检查任务单、设备变动表、设计图纸、施工方案、安全技术交底（项目部级）等工程项目的资料；包括高压开关柜及柜内设备的型号、规格、出厂合格证明书、出厂试验报告等厂家资料。 （2）试验仪器对电源有规范要求，施工现场应该具备试验电源	本工序现场施工负责人	合格

5.2 人员、主要工器具及仪器仪表配置

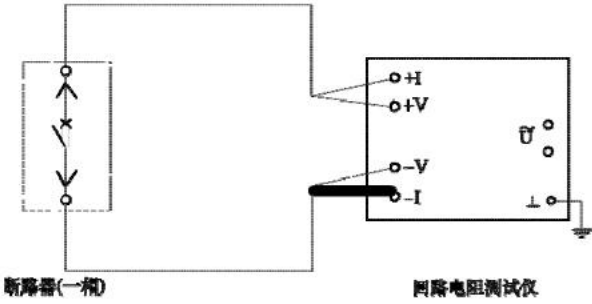
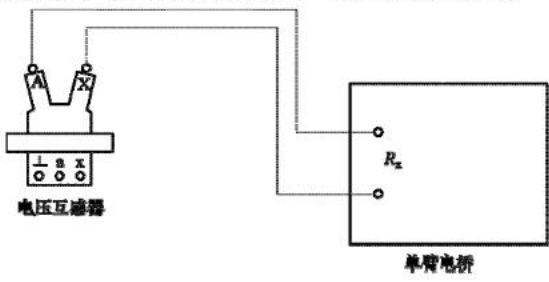
表 5.2 人员、主要工器具及仪器仪表配置

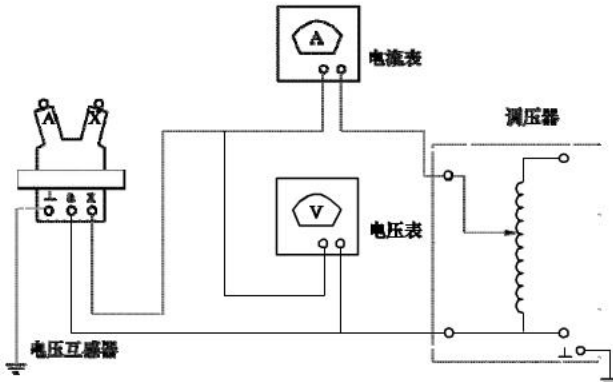
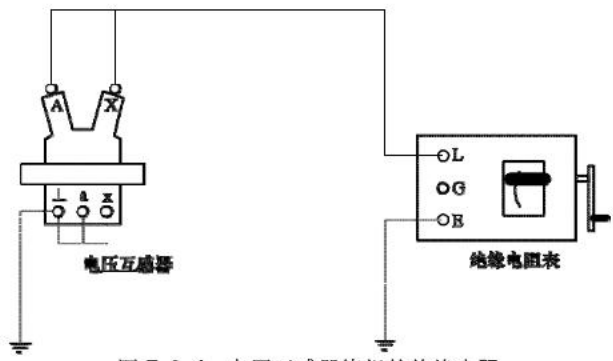
序号	项目	内 容				说 明
1	人员配置	施工阶段	建议工作人数	现场施工负责人	现场施工质安员	技术岗位必须持有与作业工种相应、有效的上岗证。辅助工不得从事电气设备试验等专业工作
		将高压开关柜的进出线等拆除及试验完成后恢复连接	2	1	1	
		设备测试	4			
2	施工内容相对应的设备	开关柜、包括电压互感器、电流互感器、断路器、避雷器、隔离开关、母线等				收集有关设备出厂合格证明文件及出厂试验报告
3	施工内容相对应的器具、机械及工器具仪表	工器具：专用工具等。仪器仪表：万用表、电压表、电流表、试验变压器、控制操作箱（调压器）、回路电阻测试仪、机械特性测试仪、单臂电桥、双臂电桥、高压直流发生器、三倍频发生器、2500V绝缘电阻表、温湿度计、计算器等。 试验线材：电源箱、电源线、专用试验线、接地线、放电棒等。 安全器具：安全警示带、安全标示牌、围栏、绝缘手套、绝缘垫等				（1）根据现场情况使用的工具、仪器符合相关要求。 （2）使用仪表有计量单位检验合格证并在合格期间内
4	完成开工程序	工作负责人向项目负责人报开工，由项目负责人向监理单位完成开工报审手续				施工准备完成可报开工，当施工准备不足时，上报该项目负责人协调解决

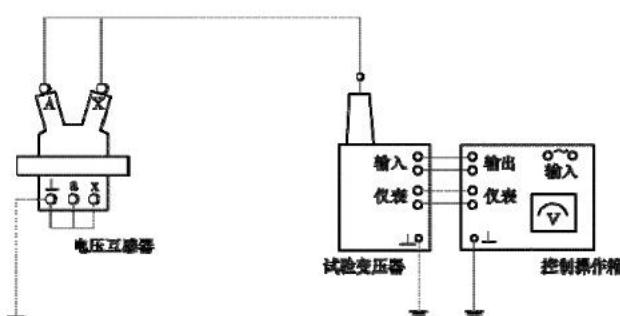
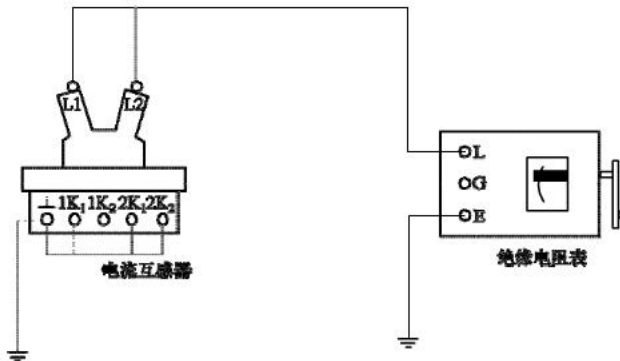
6 作业方法

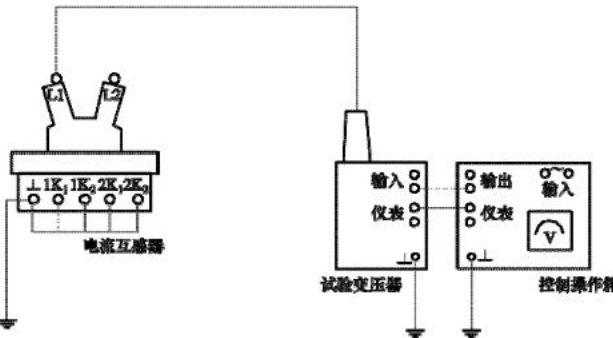
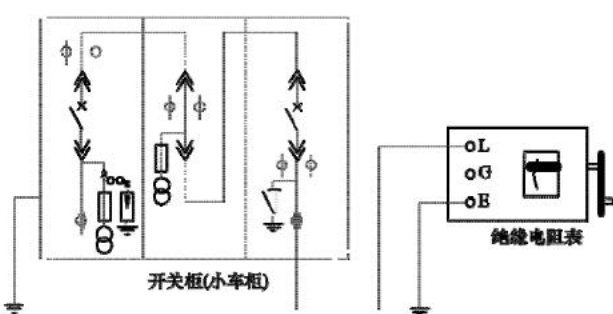
表 6 作业方法

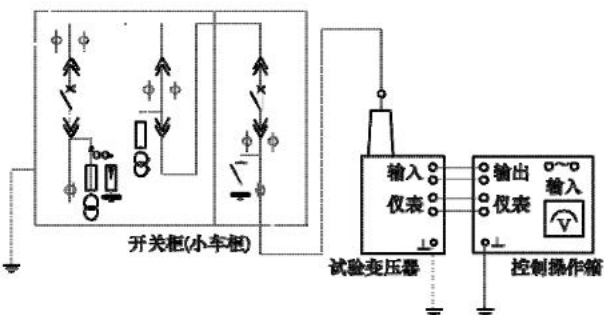
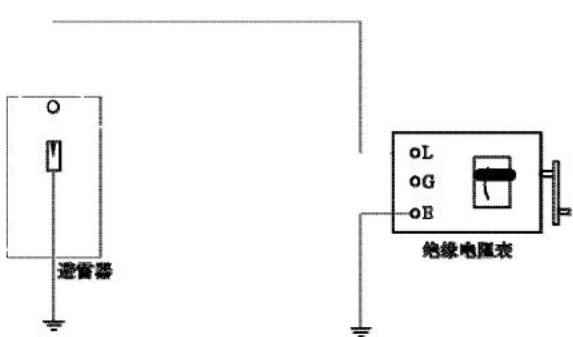
序号	项目	内 容	说 明
1	作业前工作	(1) 现场施工负责人向进入本施工范围的所有工作人员明确交待本次施工设备状态、作业内容、作业范围、进度要求、特殊项目施工要求、作业标准、安全注意事项、危险点及控制措施、危害环境的相应预防控制措施、人员分工,并签署(班组级)安全技术交底表。 (2) 工作负责人负责办理相关的工作许可手续,开工前做好现场施工防护围蔽警示措施,夜间施工的,须有足够的照明。 (3) 现场施工负责人组织检查确认进入本施工范围的所有工作人员正确使用劳保用品和着装,并带领施工作业人员进入作业现场	按安规规定佩戴统一的安全帽,统一佩戴有个人照片的作业证(或胸卡证),穿着统一工作服
2	开始主要作业	现场施工负责人发出许可开工命令	现场施工负责人正确、安全地组织作业,现场施工质安员负责现场作业全过程的安全、质量监控
3	记录高压开关柜及柜内设备的铭牌、环境数据	对照高压开关柜合格证明文件、出厂试验报告以及设计图纸,核对高压开关柜铭牌技术参数,检查并记录铭牌的出厂编号等数据。记录现场的温度、湿度;现场环境温度不低于 5℃,空气相对湿度一般不高于 80%	当发现高压开关柜铭牌技术参数与高压开关柜合格证明文件、出厂试验报告以及设计图纸不相符时,上报该项目负责人协调解决
4	将高压开关柜的进出线等拆除	将被试高压开关柜的进出线电缆拆除,使高压开关柜与系统其他设备隔离,应有足够的安全距离。将电压互感器一、二次线,避雷器的一次连接线拆除,并做好记号	
5	接取电源	正确接取电源,耐压试验必须使用带有过电流保护装置的电源箱,试验用电源应有断路明显的双刀开关和电源指示灯;试验仪器的接地端子、被试设备外壳的接地端均应与接地网连接可靠,接地线使用截面积不少于 4mm ² 的多股软裸铜线	

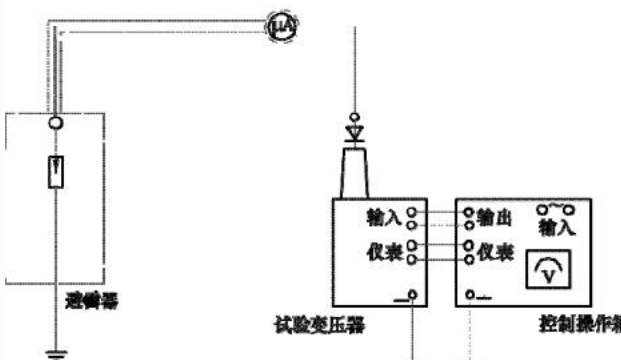
6	高压开关柜试验	(1) 断路器的导电回路电阻；测试结果应符合产品技术条件规定（见图 5-3-1）。  图 5-3-1 断路器导电回路电阻测量接线示意图 (2) 测试断路器的机械特性；测量断路器的分、合闸的同期性，测量合闸时触头的弹跳时间；测试结果应符合产品技术条件的规定。 (3) 断路器的绝缘电阻；测量断路器相间、相对地的绝缘电阻；绝缘电阻值参照制造厂的规定。 (4) 断路器交流耐压试验；试验前后应测量绝缘电阻，前后测量出的绝缘电阻值相比较不应有明显降低；断路器的交流耐压试验在合闸时相对地和分闸时断口间进行；试验电压应按规程要求。 (5) 测量绝缘电阻及交流耐压试验的过程中，设专人监护，禁止人员进入测试范围和触碰断路器及试验设备，试验操作人员要注意仪表的指示情况以及断路器的状况，如发现电压变化幅度很大，电流急剧增加，断路器有异常现象，应立即降压、切断电源，停止试验，查明原因并处理后再进行试验。 (6) 在完成测量绝缘电阻及交流耐压试验后，均需用放电棒对断路器进行放电	测量断路器的导电回路电阻采用电流 100A 的直流压降法 在绝缘电阻测量、交流耐压试验中，电压互感器二次绕组需要短接并接地
	电压互感器试验	(1) 电压互感器一、二次绕组的直流电阻；同型号、同规格的电压互感器绕组直流电阻不应有较大差异，一次绕组直流电阻值与出厂值比较相差不宜大于 10%，二次绕组的直流电阻值与出厂值比较相差不宜大于 15%（见图 5-3-2）。 	

6	高压开关柜试验	电压互感器试验	(2) 电压互感器励磁特性；额定电压测量点测量出的励磁电流不宜大于其出厂试验报告和型式试验报告的测量值的 30%，同批次、同型号、同规格的电压互感器在额定电压点的励磁电流不宜相差 30%；一般情况下，励磁曲线测量点为额定电压的 20%、50%、80%、100%和 120%（见图 5-3-3）。  图 5-3-3 电压互感器励磁特性测试接线示意图 (3) 电压互感器的误差测量；用于计量的电压互感器必须进行误差测量，且进行误差检测的机构必须是国家授权的法定计量检定机构。 (4) 电压互感器绕组的绝缘电阻；电压互感器一次绕组对二次绕组及外壳、二次绕组对外壳的绝缘电阻值不宜低于 1000M；对电压互感器进行交流耐压试验前后均测量绝缘电阻，前后测量出的绝缘电阻值相比较不应有明显降低（见图 5-3-4）。  图 5-3-4 电压互感器绕组的绝缘电阻测量接线示意图（一次对二次及地） (5) 电压互感器的交流耐压试验；电压互感器一次绕组对二次绕组及外壳的试验电压按规程要求，二次绕组对外壳的试验电压为 2kV；在完成测量绝缘电阻及交流耐压试验后，均须用放电棒对电压互感器进行放电（见图 5-3-5）。	在绝缘电阻测量、交流耐压试验中，电压互感器二次绕组需要短接并接地
---	---------	---------	--	---

6	高压开关柜试验	电压互感器试验  图 5-3-5 电压互感器绕组的交流耐压试验 接线示意图（一次对二次及地） （6）测量电压互感器的励磁特性、测量绝缘电阻及交流耐压试验的过程中，设专人监护，禁止人员进入测试范围和触碰电压互感器；试验操作人员要注意仪表的指示情况以及电压互感器的状况，交流耐压的试验如发现电压变化幅度很大，电流急剧增加，电压互感器有异常现象，应立即降压、切断电源，停止试验，查明原因并处理后再进行试验	在绝缘电阻测量、交流耐压试验中，电压互感器二次绕组需要短接并接地
		电流互感器试验 （1）电流互感器的误差测量；用于计量的电流互感器必须进行误差测量，且进行误差检测的机构必须是国家授权的法定计量检定机构。 （2）电流互感器绕组的绝缘电阻；电流互感器一次绕组对二次绕组及外壳、二次绕组对外壳的绝缘电阻值不宜低于1000MΩ；对电流互感器进行交流耐压试验前后均测量绝缘电阻，前后测量出的绝缘电阻值相比较不应有明显降低（见图5-3-6）。  图 5-3-6 电流互感器绕组的绝缘电阻测量 接线示意图（一次对二次及地）	在绝缘电阻测量、交流耐压试验中，电压互感器二次绕组需要短接并接地

6	高压开关柜试验	(3) 电流互感器的交流耐压试验；电流互感器一次绕组对二次绕组及外壳的试验电压按规程要求，二次绕组对外壳的试验电压为 2kV（见图 5-3-7）。  图 5-3-7 电流互感器绕组的交流耐压试验接线示意图（一次对二次及地） (4) 测量电流互感器的绝缘电阻及交流耐压试验的过程中，设专人看护，禁止人员进入测试范围和触碰电流互感器；试验操作人员要注意仪表的指示情况以及电流互感器的状况，交流耐压的试验如发现电压变化幅度很大，电流急剧增加，电流互感器有异常现象，应立即降压、切断电源，停止试验，查明原因并处理后再进行试验。 (5) 在完成测量绝缘电阻及交流耐压试验后，均须用放电棒对电流互感器进行放电	在绝缘电阻测量、交流耐压试验中，电压互感器二次绕组需要短接并接地
	开关柜的整体试验	(1) 交流耐压试验：对于整列开关柜，可以连同柜内设备，包括电压互感器、电流互感器、断路器、隔离开关、母线等，但必须将避雷器隔离开，交流耐压试验标准应采用连接的设备中最低的试验电压值为标准进行加压；全回路交流耐压试验应一相加压，其余两相接地，加压前后测量绝缘电阻，前后测量出的绝缘电阻值相比较不应有明显降低；手动绝缘电阻表摇到额定转速才可接上被试设备，测量完毕，先切开发高压线，然后停止摇动绝缘电阻表（见图 5-3-8）。  图 5-3-8 高压开关柜整列的绝缘电阻测量接线示意图	全回路交流耐压试验，在加压中检查每一个柜的高压带电显示装置应正确显示

6	高压开关柜试验	开关柜的整体试验 (2) 在试验升压期间,任何人不得越过遮栏,设专人监护,交流耐压试验高压引出线应支持牢固可靠,并有足够的安全绝缘距离。加压前,必须认真检查试验接线,调压器零位及仪表的开始状态,均正确无误,检查所有人员是否满足高压试验电压的距离要求,采取呼唱应答的方式进行操作,升压过程,应观察仪表的指示,监听整列柜的设备有没有异常现象,根据这些现象来判断,每次加压试验完或变更接线先将电压降至零位,断开试验电源,对被试设备及试验变压器高压部分放电、接地;升压过程中如出现电压表指针摆动幅度大,电流表指示急剧增加,设备有异常现象,应立即降压,切断试验电源,做好安全措施并进行检查,根据检查情况确定重新试验或者终止试验(见图 5-3-9)。  图 5-3-9 高压开关柜整列的交流耐压试验接线示意图	全回路交流耐压试验,在加压中检查每一个柜的高压带电显示装置应正确显示
	避雷器试验	(1) 避雷器的绝缘电阻;金属氧化物避雷器的绝缘电阻不少于 1000MΩ;对避雷器进行直流参考电压和 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流试验前后测量绝缘电阻,前后测量出的绝缘电阻值相比较不应有明显降低;手动绝缘电阻表摇到额定转速才可接上被试绕组,测量完毕,先切开高压线,然后停止摇动绝缘电阻表(见图 5-3-10)。  图 5-3-10 避雷器绝缘电阻测量接线示意图	

6	高压开关柜试验	避雷器试验 (2) 金属氧化物避雷器的直流参考电压和 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流；直流参考电压实测值与出厂试验值相比较变化不大于 $\pm 5\%$，0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流不应大于 $50\mu\text{A}$ 或符合产品技术条件的规定（见图 5-3-11）。  图 5-3-11 避雷器直流参考电压和 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流测试 (3) 试验高压引出线应支持牢固可靠，并有足够的安全距离。试验的过程中，设专人监护，禁止人员进入测试范围和触碰避雷器；试验操作人员要注意仪表的指示情况以及避雷器的状况，如发现有不正常现象，应立即降压，切断试验电源，做好安全措施并进行检查，根据检查情况确定重新试验或者终止试验。 (4) 在完成每项测试后，均须用放电棒对避雷器进行放电	
7	恢复设备引线连接	将试验前拆除的电缆、引线恢复原状，并确认连接牢固	
8	试验过程控制程序记录测试数据	试验数据与试验标准或者出厂试验报告比较，分析判断是否合格	现场校对测试数据，如发现测量数据不符合标准要求或者有疑问的，应分析原因；若试验方法、试验设备、外部原因引起的，应排除；如属设备缺陷，则填写缺陷通知书，报该项目负责人
9	清理现场	拆出试验人员自装的接地线、短路线、收拾仪器、仪表、专用试验线、工具、围栏、标示牌等，不允许遗留物件在设备上	施工负责人检查整个试验过程的完成情况

7 质量控制措施及检验标准

7.1 质量控制措施

7.1.1 现场负责人应根据现场情况安排技术人员负责质量监控。

7.1.2 作业人员必须熟悉工程作业流程和质量检验标准；技术岗位人员必须持有与作业相应、有效的上岗证。

7.1.3 现场负责人在进行安全技术交底时必须详细介绍本作业质量控制要点、常见的质量通病及其防治措施。

7.1.4 作业现场必须有经审核批准的设计图纸和施工方案，作业人员必须按图施工。

7.1.5 施工质量检验一般按以下方式进行。质量检验一般采用三级检验制，施工队（组）对所施工的分项工程应进行 100% 的质量自检；项目部对所负责施工的分部工程和单位工程组织质量检查，复检比例不宜低于 50%；公司对单位工程组织检查，抽检比例不宜低于 20%。

7.1.6 隐蔽工程施工完成以及全部工序作业完成（转序）时，必须提前 24 小时通知监理现场验收。

7.2 质量控制点

表 7.2 质量控制点表单

控制点	控制方式		
	W	H	S
电气试验	●		

7.3 检验标准

质量检验按《10kV~500kV 输变电及配电工程质量验收与评定标准 第 8 册：配网工程》中的 Q/CSG 表 8-7.11 要求执行。

● 附件 1 安全施工作业票

编码: DQSY-02-01/01

工作时间		工作地点		技术员	现场安全员	现场负责人
安全风险分析及控制措施						
序号	危害名称	风险种类	风险等级	风险控制措施		
1	使用破损的试验设备进行试验作业	触电	☐ 中等风险	现场作业应严格执行相关安全规程及安全技术措施,并重点关注但不限于以下措施:		
2	高压试验区域隔离警示措施不足	触电	☐ 中等风险	☐ 使用合格的设备,试验前对设备进行自检。		
3	对被试品放电不戴绝缘手套、不使用放电棒	触电	☐ 中等风险	☐ 试验设备外壳必须可靠接地,试验接地线应符合规程规定。		
4	高压试验时,人员与设备未满足安全距离	触电、灼(烫)伤	☐ 中等风险	☐ 高压试验区域应做好隔离措施,试验时人员及设备应在绝缘垫上,向外悬挂警示牌。		
5	试验接线错误	设备烧损	☐ 低风险	☐ 试验人员试验开始前进行现场巡查清理,确定工作范围人员已处于安全区域。		
6	试验仪器操作错误	设备烧损	☐ 低风险	☐ 试验过程中设专人监护,加压前大声呼唱。		
7	未切断试验电源更换接线	触电	☐ 中等风险	☐ 试验人员熟悉试验规程及试验仪器使用方法,试验前再次检查接线。		
8	升压试验前,调压器未调零	设备烧损	☐ 中等风险	☐ 试验人员熟悉试验规程及试验仪器的使用方法,并按其要求操作。		
9	绝缘电阻试验后未对被试设备进行放电	触电	☐ 中等风险	☐ 操作人员应站在绝缘垫上。		
10	试验设备外壳没有可靠接地	触电	☐ 中等风险	☐ 试验电源应有断路开关和指示灯,更改接线时或试验结束时,应首先断开试验电源、放电并将升压设备高压部分短路接地。		
11	试验结束,未拆除试验线、遗留物品	设备烧损	☐ 中等风险	☐ 试验合闸前必须先检查接线,通知现场人员远离高压试验区域,将调压器调至零位缓慢上升,注意设备动态。		
12	非被试绕组未接地	设备疲劳损坏	☐ 中等风险	☐ 试验后被试设备必须放电,戴绝缘手套用放电棒对被试品放电。		
13	高压熔断器损坏	设备烧损	☐ 低风险	☐ 试验完成应对试验区域进行检查,做到“工完、料净、场清”,恢复试验前状态。		
14	避雷器试验未放电	触电	☐ 中等风险	☐ 在绝缘电阻测量、交流耐压试验中,电压互感器二次绕组需要短接并接地。		
				☐ 试验前取下高压熔断器。		
				☐ 避雷器试验前和试验后都应对试品可靠放电		

安全补充事项/平面布置图

现场接受交底人员签名

备注							

说明：（一）本票由现场技术员填写，现场安全员审核，现场负责人签发生效。现场负责人开工前核对风险控制措施并宣读。（二）工作内容、地点、安全措施不变时本票最长可使用十天，否则应重新办票，用后上交备查；当人员发生变更时，应在备注栏记录变更情况。对新增人员进行交底，并签名确认。（三）应根据现场条件、范围和环境，补充安全事项或平面布置图。（四）当风险等级与基准风险等级不一致时，项目部应组织相关人员重新进行风险评估并制定措施。（五）基准风险等级与风险控制措施在开工前现场打“√”。（六）签名不齐全（含代签名的）均作废票处理。