

第一章 高压电气试验安全防范

【内容导读】

在轨道交通电气设备测试操作中，人员和设备的安全是最重要的。如何才能做好防护？

【知识要点】

1. 掌握高压电气试验安全规范，能正确认识并使用安全用具。
2. 能认清高压过程中的危险点，并能有效防范安全风险。

第一节 高压危险点分析及预控措施

电气试验是确保电力系统稳定运行的重要环节。高压试验是电气试验中危险性较大的工作，在高压试验过程中，应遵循国家相关安全规定，确保人身安全和电力系统安全。

电气设备试验就是试验电气设备绝缘性能的好坏和电气设备的运行情况等。电气设备试验一般分为出厂试验、交接验收试验、大修试验、预防性试验。

出厂试验是指厂家根据国家相关的标准和产品技术条件规定的试验项目，对每一台产品都进行检查试验。

交接验收试验是指安装部门、检修部门对新购进的电气设备和大修设备按照有关规章制度进行试验。交接试验指电气设备安装完毕后现场进行的一种试验标准，合格后设备方能投入使用，因施工现场的环境、温湿度与出厂时不同，故交接试验标准不同于出厂试验标准，一般略低于出厂试验标准。“交接”也就是在试验合格后交付使用。

大修试验是指对于设备检修故障，协同厂家进行维修后，为确保电气设备，按照有关规章制度进行试验合格后，方可重新投入使用。

预防性试验是指电气设备投入使用后，到达一定的使用周期时由运行部门、试验部门进行的试验。预防性试验工作专业性强、工作面广、工作量大、试验项目多，其工作质量的好坏直接影响着电气设备的运行情况，也直接关系到电气设备试验工作人员的生命安全。

上述试验都需要按照表 1-1 所列电气试验标准及规程进行。

一、规范性引用文件

表 1-1 是本书中规范性引用的部分文件和标准，这些标准如有新版本，按最新版本执行。

表 1-1 电气试验标准及规范

序号	标准及规程名称	颁发机构
1	《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》(GB 50150—2016)	中华人民共和国建设部，中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
2	《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596—2005)	中华人民共和国电力工业部
3	《现场绝缘试验实施导则》(DL/T 474.4—2006)	国家发展和改革委员会
4	《电力安全工作规程》(发电厂及变电站电气部分) (GB 26860—2011)	国家电网
5	《高电压试验技术第一部分 一般试验要求》(GB/T 16927.1 —2011)	国家技术监督局
6	《城轨设计规范》(GB 50517—2013)	中华人民共和国建设部
7	《地下铁道工程施工及验收规范》(GB 50299—2003)	中华人民共和国建设部
8	《城市轨道交通技术规范》(GB 50490—2009)	中华人民共和国建设部

二、危险点及预控措施

电力系统运行中为了确保高压电力设备的正常运行、保证电力系统的运行质量安全，常常需要对电气设备的运行状态进行检测和考核，减少电力系统中的安全隐患，所以要对试验过程中的危险点采取预控措施。

危险点及预控措施的目的重在预防，变“事后分析”为“事前预防”，是安全管理的必要手段。表 1-2 所示的危险点及预控措施是电气设备试验实施过程中的注意事项和预控措施。

表 1-2 危险点及预控措施

序号	工作内容	危险点	预控措施
1	试验前准备	把有故障的试验设备带到现场或遗漏设备	出发工作前应检查试验设备是否齐备、完好，是否在有效期内，对所需工器具应逐一清点核对
		(1) 现场安全措施不能满足要求 (2) 工作负责人对工作任务和安全措施交代不详尽、不清晰 (3) 走错间隔	(1) 工作负责人应在值班人员的带领下核实工作地点、任务，确定现场安全措施满足工作要求 (2) 工作负责人应在开始工作前向全体工作成员交代清楚工作地点、工作任务、已拉开的隔离开关和已合上的接地开关的情况，检查安全围栏和标示牌等安全措施，特别注意与临近带电设备的安全距离，防止走错间隔

		装设试验专用警示围栏，搬运仪器、工具、材料时，与带电设备安全距离不够	(1) 工作人员应注意现场环境，严禁跨越安全围栏 (2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离
--	--	------------------------------------	--

续表

序号	工作内容	危险点	预控措施
1	试验前准备	(1) 误接非检修电源 (2) 放置电源线时触及带电设备 (3) 电源电压过高	(1) 检查电源是否为独立检修电源，防止误跳运行设备 (2) 放置电源线时严禁将电源线抛起、甩动，放置完成后电源线必须固定 (3) 在接上检修电源前用万用表测量电源电压是否符合试验要求 (4) 接、拆电源，必须 2 人进行
		高空坠落	登高人员必须使用安全带，必要时使用高空作业车
		主变压器或试验设备起火	试验现场放置适当的消防器材，变压器的消防水喷淋装置尽可能投入
		无关人员可能误入试验场地	安全围栏设置，不要有缺口，安全围栏周围派人监护，防止无关人员进入
2	试验过程	触电	试验范围有带电部位时，应采取装设隔离挡板等安全措施
		人员误触碰带电的高压试验引线	(1) 在加压之前清理无关人员，同时对工作组人员交代安全注意事项 (2) 加压过程中设专人监护，并呼唱 (3) 试验结束后，确认试验品已降压、放电、接地后，再进行更换接线工作
		高压试验引线松脱或对接地体距离不够	(1) 绝缘杆应挂牢。高压试验引线必须与被试品连接牢固，对接地体保持足够的安全距离，必要时采用绝缘胶带固定，防止松脱掉下 (2) 移动绝缘杆和试验引线时，必须加强监护，注意与临近带电体保持足够的安全距离
		感应电伤人、高压触电	试验中断、更改接线或结束后，必须切断主回路的电源，挂上接地线后才可更换试验接线
3	试验现场清理	(1) 试验引线和临时接地线未拆除 (2) 现场遗留工具	工作负责人在试验工作结束后进行认真检查，确认试验引线和临时接地线已拆除，现场无遗留工具和杂物

在试验的过程中应该做好记录，现场试验记录一般应包括以下内容：试验时间，温度，湿度，被试设备铭牌，运行编号，试验部位，试验项目，试验数据以及对试验数据进行比

较、判断的结果，被试设备能否投运的评语以及主要试验人员姓名等，必要时还应记录关键性仪器设备的编号。



复习与思考

QUIZ

1. 在试验过程中，应如何防范高空和触电危险？
2. 如果试验结束后，没有拆除地线，会出现什么问题？
3. 轨道交通行业中，静电对安全影响有多大？

第二节 高压电气试验工具

在电气设备周围要设置遮栏或围栏，遮栏或围栏与试验设备的高压部分还要有足够的
安全距离，并悬挂警示牌，还要派人专门进行看守。若被试验的电气设备两端不在同一地
点，另外一端也要派人进行看守。

有的电气设备安装在离地面较高的空中，检修人员就必须爬上扶梯进行试验工作，此
时安全带、扶梯等辅助设备就是确保检修人员人身安全的重要保证。如果在电气设备试验
前检修人员没有对安全带、扶梯等辅助设备进行安全检测，当检修人员在高空进行试验时，
若出现安全带断裂、挂钩变形、裂缝、扶梯倒坍等现象，就有可能发生试验人员高空坠落
等严重事故。

高压安全工具是用来直接保护电工人身安全的基本用具。高压安全用具分绝缘安全用
具和一般防护安全用具，绝缘安全用具又可以分为基本安全用具和辅助安全用具。

基本安全用具：绝缘强度应能长期承受工作电压，并能在本工作电压等级产生过电压
时，保证工作人员的人身安全。

辅助安全用具：若绝缘强度不能承受电气设备或线路的工作电压，则只能加强基本安
全用具的保护作用，以防止接触电压、跨步电压、电弧灼伤等对操作人员的危害。

高压绝缘安全用具中，基本安全用具具有绝缘棒、绝缘钳和验电笔等；辅助安全用具一
般有绝缘手套、绝缘靴、绝缘垫、绝缘站台和绝缘毯等。低压绝缘安全用具中，基本安
全用具具有绝缘手套、装有绝缘柄的工具和低压验电器。辅助安全用具具有绝缘台、绝
缘垫、绝缘鞋和绝缘靴等。所以，同样是绝缘手套，在高压和低压中，分类也是不一
样的，关键在于应用的电压不同。

携带型接地线、临时遮拦、标示牌、警告牌、防护目镜、安全带、竹梯、木梯和脚扣
等，这些都是防止工作人员触电、电弧灼伤、高空坠落的一般安全用具，其本身不是绝
缘物，如图 1-1 所示。

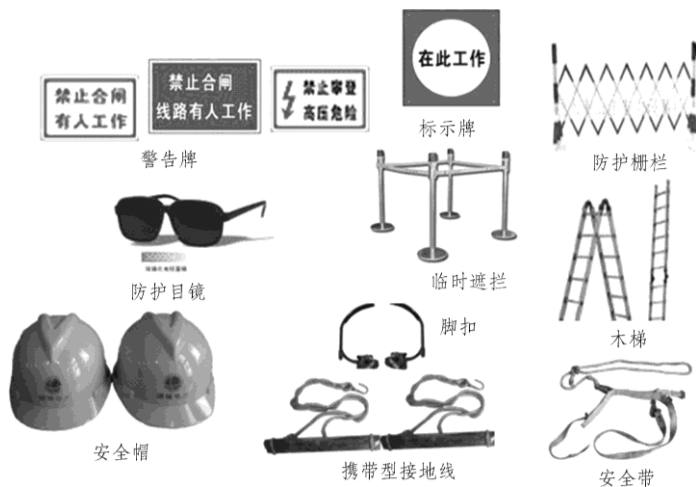


图 1-1 一般防护安全用具

一、常用绝缘安全用具

1. 绝缘棒

绝缘棒也称操作棒或绝缘拉杆，它主要用于断开或闭合高压隔离开关、跌落式熔断器、安装和拆除携带型接地线、进行带电测量和试验工作等。绝缘棒由工作部分、绝缘部分和握手三部分组成。工作部分一般用金属制成，也可以用玻璃钢或具有较大机械强度的绝缘材料制成；绝缘和握手两部分用护环隔开，它们由浸过绝缘漆的木材、硬塑料、胶木或玻璃钢制成。如图 1-2 所示为高压绝缘棒。



图 1-2 高压绝缘棒

绝缘棒操作前，棒面用清洁的干布擦净，操作时应戴绝缘手套、穿绝缘靴或站在绝缘台（垫）上，并注意防止碰伤表面绝缘层。按规定进行定期试验，应存放在干燥处，不得与墙面地面接触，以保护绝缘表面。

2. 验电器

验电器分为高压和低压两类。低压验电器又称为试电笔，其主要作用是检查电气设备或线路是否带有电压；高压验电器还可用于检测是否存在高频电场。验电器是由绝缘材料制成一根空心管子，管子上端有金属制的工作触头，管内装有氖光灯和电容器。另外，绝缘和握手部分用胶木或硬橡胶制成。如图 1-3 所示。



图 1-3 验电器

高压验电前应先检查验电器外观有无损坏，再在带电设备上上进行试验，确认验电器完好后方可使用。验电时，不要用验电器直接接触及设备的带电部分，应逐渐靠近带电体，至灯亮或风轮转动或语音提示为止，应注意验电器是否受邻近带电体影响。验电时，必须三相逐一验电，不可贪图省事。如图 1-4 所示为地铁验电操作。



图 1-4 地铁验电操作

低压验电器除可以用于判断电气设备或线路是否带电外，还可以区分相线（火线）和地线（零线）。氖光灯泡发亮是相线，不亮的是地线。此外，还能区分交流电和直流电。交流电通过氖光灯泡时，两电极都发亮；而直流电流通过时仅一个电极发亮。

低压试电笔使用前，应检查试电笔里有无安全电阻，再直观检查试电笔是否有损坏、有无受潮或进水。使用试电笔时，不能用手触及试电笔前端的金属探头，否则会造成人身触电事故。使用试电笔时，一定要用手触及试电笔尾端的金属部分，否则，因带电体、试电笔、人体与大地没有形成回路，试电笔中的氖泡不会发光，从而造成误判，认为带电体不带电。在测量电气设备是否带电之前，先要找一个已知电源测一测试电笔的氖泡能否正常发光，能正常发光的才能使用。在明亮的光线下测试带电体时，应特别注意氖泡是否真的发光（或不发光），必要时可用另一只手遮挡光线仔细判别。千万不要造成误判，将氖泡发光判断为不发光，而将有电判断为无电。

3. 核相器

电力系统核对相位是经常性的工作。传统的定相方法多数采用电压互感器或高压验电器，前者设备笨重，后者依靠微弱的辉光指示容易出现误判断。核相器使高压定相这项危险性较大而又必不可少的工作变得安全可靠，指针显示一目了然，重量只有互感器的 1/10 ~ 1/20，携带方便。

高压语音核相器主要应用于电力线路、变电所的相位校验和相序校验，具有核相、测相序、验电等功能，具备很强的抗干扰性，符合 EMC 标准要求，适用于各种电磁干扰场合。将被测高电压相位信号由采集器取出，经过处理后直接发射出去。由核相仪接收并进行相位比较，对核相后的结果定性。本产品采用无线传输，真正达到安全可靠、快速准确，适用于各种核相场合。如图 1-5 所示是核相器。



图 1-5 核相器

4. 绝缘手套和绝缘靴

绝缘手套和绝缘靴均由特种橡胶制成，一般作为辅助安全用具。但绝缘手套只可以在低压带电设备或线路等工作中作为基本安全用具使用，而绝缘靴在任何电压等级下均可作为防护跨步电压的基本安全用具。图 1-6 是绝缘手套和绝缘靴。



(a) 绝缘手套

(b) 绝缘靴

图 1-6 绝缘手套和绝缘靴

绝缘手套可以使人的双手与带电体绝缘，是用特种橡胶（或乳胶）制成的，分 12 kV（试验电压）和 5 kV 两种电压等级。绝缘手套是不能用医疗手套或化工手套代替使用的。绝缘手套一般作为辅助安全用具，在 1 kV 以下电气设备上使用时可以作为基本安全用具。

绝缘靴又叫高压绝缘靴、矿山靴。所谓绝缘，是指用绝缘材料把带电体封闭起来，借以隔离带电体或不同电位的导体，使电流能按一定的通路流通。良好的绝缘是保证设备和线路正常运行的必要条件，也是防止触电事故的重要措施。绝缘材料往往还起着其他作用：散热冷却、机械支撑和固定、储能、灭弧、防潮、防霉以及保护导体等。绝缘靴采用特种橡胶制成，其作用是使人体与大地绝缘，防止跨步电压。绝缘靴按电压等级一般可以分为：6 kV、20 kV、25 kV 和 35 kV，适用于不同电压等级的环境。它的高度不小于 15 cm，而

且上部另加高边 5 cm。绝缘靴必须按规定进行定期试验。

5. 绝缘垫

绝缘胶垫又称为绝缘毯、绝缘垫、绝缘胶板、绝缘橡胶垫、绝缘地胶等，是具有较大体积电阻率和耐电击穿的胶垫，用于配电等工作场合的台面或铺地绝缘材料。按照电压等级可分 5 kV，10 kV，15 kV，20 kV，25 kV，30 kV，35 kV，绝缘橡胶垫主要采用胶类绝缘材料制作、用 NR，SBR 和 IIR 等绝缘性能优良的非极性橡胶制造。

绝缘垫按厚度可分为：2 mm，3 mm，4 mm，5 mm，6 mm，8 mm，10 mm，12 mm。按宽度可分为：1 m，1.2 m，1.5 m，长度依需要而定。它们一般铺设在高、低压开关柜前，作固定的辅助安全用具。如表 1-3 所示为绝缘垫常规配置。

表 1-3 绝缘垫常规配置

序号	电压(kV)	规格(mm)	比重(kg/m ²)
1	5	3	5.8
2	10	5	9.2
3	15	5	9.2
4	20	6	11
5	25	8	14.8
6	30~35	10/12	18.4/22

图 1-7 是绝缘胶垫及其在变电所中的应用。

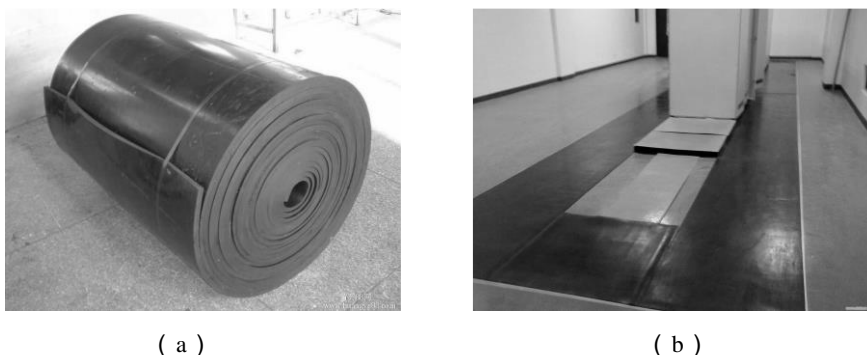


图 1-7 绝缘胶垫及其在变电所中的应用

试验时先将绝缘胶垫上下铺上湿布或金属箔，并应比被测绝缘胶垫四周小 200 mm，连续均匀升压至规定的电压值，保持 1 min，观察有无击穿现象。若无击穿，则试验通过。试样分段试验时，两段试样边缘要重合。

6. 接地线

高压接地线是用于线路和变电施工，为防止临近带电体产生静电感应触电或在误合闸时保证安全之用。携带型高压接地线由绝缘操作杆、导线夹、短路线、接地线、接地端子、汇流夹、接地夹构成。携带型接地线由短路各相和接地用的多股软铜线、将多股软铜裸线

固定在各相导电部分和接地极上的专用线夹组成，一般要求多股软铜线的截面面积不小于 25 mm^2 。如图 1-8 所示是高压接地线。



图 1-8 高压接地线

接地操作步骤为：将接地引下线的地轧可靠地夹在良好的接地轨或地极上。将接地线上端的挂钩可靠地挂接在要短路的线路上。用力拉拽操作杆，保证充分接触。装设接地线必须由两人进行，装、拆接地线均应使用绝缘棒和戴绝缘手套。挂接地线时，先连接接地夹，后接接电夹；拆除接地线时，必须按程序先拆接电夹，后拆接地夹。安装时将接地软铜线分相上双眼铜鼻子固定在接地棒上的接电夹相应位置上，将接地线合相上的单眼铜鼻子固定在接地夹或地针上，构成一套完整的接地线，严禁用缠绕的方法进行接地或短路。

接地操作前应对接地线进行外观检验，方法是：查看接地线的各连接部位是否连接紧固，并保证所有部件均可正常使用。

工作之前必须核实接地棒的电压等级与操作设备的电压等级是否一致，检查接地线、软铜线是否断头，螺丝连接处有无松动，线钩的弹力是否正常，对于不符合要求的应及时调换或修好后再使用。

挂接地线前必须先验电，未验电挂接地线是基层中较普遍的习惯性违章行为，在悬挂时接地线导体不能和身体接触。对于可能送电至停电设备的各方面或停电设备可能产生感应电压的都要装设接地线，在工作地点两端悬挂接地线，以免出现用户倒送电、产生感应电的可能，使用中深受其害的例子不少。接地线在使用过程中不得扭花，不用时应将软铜线盘好；接地线在拆除后，不得从空中丢下或随地乱摔，要用绳索传递，注意接地线的清洁工作。

7. 安全帽

安全帽是电气作业人员必备的安全防护用品，凡有可能发生物体坠落的工作场所，或有可能发生头部碰撞、劳动者自身有坠落危险的场所，都要求佩戴安全帽。戴安全帽时必须系好带子。图 1-9 所示是安全帽。



图 1-9 安全帽

报警安全帽是用于防止工作人员误登带电杆塔用的无源近电报警安全帽，属于音响提示型辅助安全用具。工作人员佩戴此安全帽登杆工作中，若误登带电杆塔，当对高压设备距离小于《电业安全工作规程》规定的安全距离时，安全帽内部的近电报警装置会立即发出报警音响，提醒工作人员注意，防止误触带电设备造成人员伤亡事故。

8. 安全带

安全带多采用锦纶、维纶、涤纶等材料，是根据人体特点设计的用于防止高空坠落的安全用具。《电业安全工作规程》中规定，凡在离地面 2 m 以上的地点进行的工作为高处作业，高处作业时，应使用安全带。

每次使用安全带时，必须做一次外观检查，使用过程中也要注意查看，半年至一年内要试验一次，以主部件不损坏为准。如发现有破损变质情况应及时反映并停止使用，以确保操作安全。安全带如图 1-10 所示。



图 1-10 安全带

二、电气安全用具检验、保管和试验

日常检查范围主要有：

(1) 检查的安全绝缘工器具应在有效试验周期内，且合格。

(2) 检查验电器的绝缘杆是否完好，有无裂纹、断裂、脱节情况，按试验按钮检查验电器发光及声响是否完好，电池电量是否充足，电池接触是否完好，如有时断时续的情况，应立即查明原因，不能修复的应立即更换，严禁使用不合格的验电器进行验电。

(3) 检查接地线接地端、导体端是否完好，接地线是否有断裂，螺栓是否紧固；带有绝缘杆的接地线，检查绝缘杆有无裂纹、断裂等情况。

(4) 检查绝缘手套有无裂纹、漏气，表面应清洁、无发黏等现象。

- (5) 检查绝缘靴靴底部无断裂，靴面无裂纹，并清洁。
- (6) 检查绝缘棒无裂纹、断裂现象。
- (7) 检查安全帽无裂纹，系带完好无损。

三、安全用具的试验周期

如表 1-4 所示为安全用具的实验周期。

※※具体测试方法见《高压设备测试实训指导书》试验十 绝缘靴手套耐压测试。

表 1-4 安全用具的试验周期

序号	名称	电压等级 (kV)	周期	交流耐压 (kV)	时间 (min)	泄漏电流 (mA)	附注
1	绝缘棒	6 ~ 10	每年一次	44			
		35 ~ 154		四倍相电压			
		220		三倍线电压			
2	绝缘挡板	6 ~ 10	每年一次	30	5		
		35 (20 ~ 44)		80	5		
3	绝缘罩	35 (20 ~ 44)	每年一次	80	5		
4	绝缘夹钳	35 及以下	每年一次	三倍线电压	5		
		110		260			
		220		440			
5	绝缘笔	6 ~ 10	每六个月一次	40	5		发光电压不高于额定电压的 20%
		20 ~ 35		105			
6	绝缘手套	高压	每六个月一次	8	1	≤9	
		低压		2.51		≤2.5	
7	橡胶绝缘靴	高压	每六个月一次	15	1	≤7.5	
8	核相器 电阻管	6	每六个月一次	6	1	1.7 ~ 2.4	
		10		10		1.4 ~ 1.7	
9	绝缘绳	高压	每六个月一次	105/0.5 m	5		

先验电，然后接好地线接地端，再挂接地线，拆线顺序则相反。



绝缘手套和绝缘鞋耐压试验



断线抢修中如何正确接地与拆除



请指出视频中放电过程有哪些不规范的操作



复习与思考

QUIZ

1. 城轨供电系统中，对于 35 kV 交流和 1 500 V 直流，绝缘棒的规格有何不同？能否通用？
2. 核相器使用时，是否需要停电操作？
3. 在地面作业时，作业人员是否需要戴安全帽？

第三节 城轨电气设备试验安全规程

为了保证轨道交通供电运行检修作业的安全，所有从事变电所运行和维修工作的相关人员，必须经过考试评定安全等级，取得安全合格证之后，方可准许参加相应的运行和检修工作。对从事供电运行和检修工作的人员，要每年进行一次安全考试并达到合格要求。对于地铁开通与运营都要求制定详细试验方案。

以地铁开通送电为例，为保证送电安全，要求制定详细、周密的送电实施方案，由地铁方、供电工程施工方和监理方对接触轨送电、绝缘测试及验电、故障抢修和后勤保障等送电工作的各个环节进行严格管控，地铁施工单位、监理单位对作业人员进行详细的安全交底以及送电操作演示，同时进行冷滑试验、送电前绝缘电阻测试、送电前现场大检查等准备工作，要求细致检查、规范操作、通力合作，确保送电万无一失。

为了确保电气设备试验安全，要求作业时遵守以下规程。

一、安全及预控措施

试验负责人应由有经验的试验人员担任，开始试验前，试验负责人应对全体试验人员详细说明试验中的安全注意事项。

试验需要拆线时，拆前应做好标记，拆后应进行检查。试验装置的金属外壳应可靠接地；高压引线应尽量缩短，必要时用绝缘物支持牢固。试验现场应装设遮栏或围栏，向外

悬挂“止步，高压危险！”的标示牌，并派人看守。试验需加高压时，加压前必须认真检查试验接线与仪表的开始状态，确保正确无误后，通知有关人员撤离到安全区域，并取得试验负责人许可，方可加压。加压过程中应有人监护并呼唱。高压试验工作人员应穿绝缘鞋，在全部加压过程中，应集中精力，不得与他人闲谈，随时警戒异常现象发生。

变更接线或试验结束时，应首先断开试验电源、放电，并将升压设备的高压部分短路接地。试验结束时，试验人员应拆除自装的试验引线和接地短路线，并对被试设备进行检查和清理现场。

雷电时禁止在室外设备以及与其有电气连接的室内设备上作业。城轨一般不进行高压带电作业。

电压为 1 500 V 及以下者与接地点的距离不得小于 1.5 m；电压为 1 500 V 以上者不得小于 3 m。变电所发生高压接地故障时，在切断电源之前，任何人与接地点的距离：室内不得小于 4 m，室外不得小于 8 m。特殊情况下，确需进入上述范围的人员，作业人员要穿绝缘靴，接触设备外壳和构架时要戴绝缘手套。

二、倒闸作业流程

根据作业性质不同，工作票分为两种。

(1) 第一种工作票用于高压设备停电作业及低压 380 V 电源主母线的停电作业。

(2) 第二种工作票用于高压设备不停电的作业，低压设备上的停电与不停电作业，以及在二次回路上进行的不需高压设备停电的作业。

第一种工作票的有效时间，一般不超过一周（168 小时），遇抢修、大中修时，不超过 30 天，若在规定的工作时间内作业不能完成，应提前半小时向电调办理准许延时手续。第二种工作票有效时间最长为 24 小时，不得延长。工作票要填写 1 式 2 份：1 份交工作领导人（蓝色），1 份交变电所值班员（工作许可人）（粉红色），值班员（工作许可人）据此办理准许作业手续，做好安全措施。

事故抢修：情况紧急时可不开工作票，但应向电调报告事故概况，听从电调的指挥，在作业前必须按规定做好安全措施，并将作业时间、地点、内容及批准人的姓名记入值班日志中。

试验应填写变电第一种工作票。由电调管辖的设备，倒闸由电调发布命令，值班员（巡检人员、工作许可人）受令复诵，电调确认无误后，方可给予命令编号和批准时间，每个倒闸命令发令人 and 受令人双方均要填写倒闸作业命令记录并录音。电力调度员对 1 个变电所 1 次只能下达 1 个倒闸作业命令，对不需要电调下令倒闸的开关，倒闸完毕要将倒闸时间、原因和操作人的姓名记入值班日志或有关记录中。所有倒闸作业均必须有两人同时进行，值班员（巡检员、工作许可人）操作，检修负责人（值班员）监护。

倒闸操作要遵守下列基本原则：

(1) 停电时的操作程序：先断开负荷侧后断开电源侧，先断开断路器后断开隔离开关。送电时，与上述操作程序相反。

(2) 利用 35 kV 三位隔离开关接地时，先断开主刀闸后再闭合接地刀闸。合闸时，先分接地刀闸后再合主刀闸。

(3) 禁止带负荷拉合隔离开关。为防止误操作，所有投运的闭锁装置未经电调同意，

不得退出或解锁。

可用隔离开关进行投切电压互感器或者投切空载母线。

35 kV 的断路器，禁止用机械按钮合闸送电。对所有断路器，一般情况下，不允许用机械按钮合闸送电或分闸停电。特殊情况下，必须穿绝缘靴、戴绝缘手套，同时站在断路器的侧边，方可允许用机械按钮合闸送电或分闸停电。

对由电调管辖的设备，遇有危及人身和设备安全的紧急情况，值班人员（巡检人员）可先行断开有关的断路器和隔离开关，再报告电调，但再合闸时，必须有电调的命令。

高压设备的停电作业是指在停电的高压设备上进行的作业及在低压设备和二次回路上和照明回路、消防等设备上进行的需要高压设备停电的作业。高压设备不停电作业是当作业人员与高压设备的带电部分之间保持规定的安全距离和没有偶然触及导电部分的危险时，许可在带电设备外壳和附近进行的工作。

三、高压停电与验电

当进行停电作业时，设备的带电部分距作业人员小于停电范围表（见表 1-5）规定者必须停电。

表 1-5 停电范围表

电压等级	无防护栅	有防护栅
110 kV	1 500 mm	1 000 mm
35 kV	1 000 mm	600 mm
DC1 500 V 及以下	700 mm	350 mm

在二次回路上进行作业，可能引起一次设备中断供电或影响其安全运行者，其有关的设备均须停电。对停电作业的设备，必须从可能来电的各方面切断电源（运用中的星形接线设备，其中性点应视为带电部分），并要有明显的断开点且分别接挂地线。断路器和隔离开关开断后，应采取防误分误合措施。

高压设备验电及装设或拆除接地线时，必须 2 人同时进行作业，操作人和监护人安全等级分别不低于 2 级和 3 级，并均必须穿绝缘靴和戴安全帽，操作人还要戴绝缘手套。验电时，必须用电压等级合适且合格的验电器，验电前要先将验电器在有电的设备上试验确认良好，然后在停电的设备上验电，最后在在有电的设备上复验一次，验电时对被检验设备的所有引入、引出线均要检验。35 kV 的 GIS 组合电器必须用专用的验电氛灯插入电容式感应设备插座进行测试。断路器、开关分闸的信号以及常设的测量仪表显示无电时，仍应通过验电器检验设备是否已停电。若验明有电则禁止在该设备上作业。110 kV 进线用万用表测量进线单相 PT 的电压确认。

对于有可能送电至停电作业设备上的有关部分均要分别装设接地线或合接地刀闸。在停电作业的设备上，如可能产生感应电压且危及人身安全时，应增设接地线。所有装设的临时接地线均应装在作业人员可见到的地方，并与带电部分应保持规定的安全距离。

当变电所停电时，对可能来电的各路进出线均要分别验电并分别装设接地线或合接地