

Hazard analysis and Preventive Measures in Electrical testing

Xuejian Wang

China Oil Power Supply Company, Daqing, Heilongjiang, 163451, China

Abstract

This article conducts a comprehensive analysis of the common hazard factors in electrical tests, extracting five typical hazard sources: electric shock, arc and short circuit, mechanical injury, and secondary derivation. It clarifies the occurrence mechanisms and possible consequences of different types of risks. Based on this, targeted preventive measures are proposed respectively from aspects such as strengthening insulation and isolation, standardizing operation sequence, enhancing equipment reliability, standardizing handling and installation, and improving emergency protection system, with the aim of effectively promoting the improvement of the safety factor of electrical tests and providing reliable technical support for personnel safety guarantee and stable equipment operation.

Keywords

Electrical test Harm; Prevention; Measures

电气试验中的危害分析及预防措施

王雪健

中油电能供电公司, 中国·黑龙江 大庆 163451

摘要

文章针对电气试验中常见的危险因素进行了全面剖析, 提取出触电、电弧与短路、机械性伤害、二次衍生这五类典型危害源, 明确不同类型风险的发生机制与可能产生的后果。并以此为基础, 分别由强化绝缘与隔离、规范操作顺序、提升设备可靠性、规范搬运安装及健全应急防护体系等方面提出针对性的预防措施, 以期能有效促进电气试验安全系数的提高, 并为人员安全保障以及设备运行稳定提供可靠的技术支持。

关键词

电气试验; 危害; 预防; 措施

1 引言

电气试验是电力系统进行供电运作之前的一个重要环节, 其工作质量的好坏, 直接影响到未来供电的稳定性和安全性。在电力试验中, 通过绝缘性能、导电性能以及保护性能的检测可以及时发现隐患, 保证电网安全稳定工作。但是电力试验中往往存在高电压、大电流以及较为复杂的工作环境, 一旦安全管理和安全防范不到位就有可能会出现人员受伤或者设备损坏。所以对电气试验的危害性进行全面系统地分析, 并提出有效的对策尤为必要。

2 电气试验危害预防的重要性

电气试验作为检验设备性能好坏及绝缘状况的有效手段, 必须要予以充分重视。但由于在试验中存在高电压、大电流和强电磁干扰的情况, 如果没有相关保护措施, 则可能

诱发安全问题, 而且试验场所通常具有较高能量等级的电源装置以及一些特殊的检测装置, 很容易发生意外, 比如触电、灼伤等情况, 严重者可能造成生命危险, 因而做好危害的预防才是保证试验持久顺利开展的最有力保障。

就设备来说, 由于试验过程中对电气元件产生的应力远远大于设备的运行工况, 容易使绝缘结构因瞬间过电压而发生击穿或因局部放电或热的积累而导致劣化。若事先没有做好风险预控, 在试验过程中设备就会出现击穿或者爆炸现象, 严重威胁着人身和设备安全。通过完善科学的风险防范体系, 将设备缺陷在还未形成故障的时候进行及时有效管控, 可以避免因设备出现突发性故障而引起的试验中断或连锁破坏事故。对现场作业人员来说, 由于电气试验工作过程往往要经历长时间的操作、观测和数据采集工作, 必须进入强电场、临近高压的场所进行精细操作。如果预防不当, 则极有可能会出现防护不到位或人为失误等情况, 造成电弧灼伤、机械冲击或者有毒气体的伤害等意外情况。加强危害预防能确保作业人员处于危险边界的范围之内, 减少由于不可

【作者简介】王雪健(1994-), 男, 中国黑龙江呼兰人, 本科, 从事电气实验, 电气设备检修研究。

控的不利条件对身体造成长期的危害。对试验系统的运行来说,电气试验与设备投入运行之后的正常运行以及电力系统安全息息相关,如果试验过程之中不能很好地把控风险,不但会导致事故发生概率上升,而且还会严重地影响到整个电力网络系统的安全运行。采取科学合理的预防措施,不但可以使得试验数据更加可靠真实,同时还可以保证试验环境及电力设备的稳定。

3 电气试验中的主要危害分析

3.1 电击风险

在电气试验的操作过程中,电击属于直接威胁人身安全的首要风险。电击属于直接威胁人身安全的首要风险。人体将成为电流通道,电流会直接地从人的手或者脚等身体部位开始,经过心脏、神经或者是肌肉等人体器官,对人体造成严重损伤。而有些试验所使用的电压值甚至可以达到几千伏甚至超过一万伏,即使是几秒钟的接触也足以致命。不仅如此,一些试验地点的工作空间狭小或者封闭,在紧急状况下更是无法有效地避让和远离带电体,从而使触电的危险性进一步加大。

3.2 电弧及短路危险

对于高压设备来说,在其试验过程中如果出现被试验设备的击穿或者操作上的失误都可能会发生电弧放电。电弧放电所产生的温度极高,一般都在3000℃以上,可以瞬间使金属导体熔化,发出强大的光辐射及冲击波,对人体皮肤、眼球等都会造成不可逆的损伤。特别是当开合试验电路或电压升高的时候,如果试验装置有接触不良、绝缘层老化等情况的话,那么发生电弧的概率就会大大增加。另外,在短路故障中还会出现突然加大的短路电流,会使电气元件很快产生过热、爆炸,碎屑飞溅的现象,此时会对人员造成机械伤害及热能伤害。另外由于短路电流释放的同时,电气元件上将会携带很大的能量,甚至会导致设备中的油类物质燃烧,一旦发生火灾,事故范围会瞬间扩散。

3.3 机械性伤害

电气试验使用的仪器数量多,且试验用的设备体积大、质量重,搬运和安装时存在较大的机械危险。比如,升压设备或者大型仪器如果固定不牢,在移动中容易发生倾倒、坠落等情况,会造成人身的挤压和被砸伤。试验过程中有时要敷设和连接几根试验电缆,且一般是多人合作完成,但此时现场如果有指挥失误或者配合不当,则有可能出现绊倒或扭伤等问题;另外对于部分需要对设备进行紧固、拆装的高压试验台,若是没有合适的工具或是没有按照相关的规范进行,则有机件可能会产生松动、飞出的情况,形成撞击伤害等,也可能造成物理性的冲击伤害。在长时间、高负荷的操作情况下还会有工作人员出现疲劳从而导致反应慢或者是动作失误的情况,这也增加了发生机械性伤害的概率。

3.4 二次危害

电气试验事故发生后会出现一些二次危害,比如遇火

或者遇到高能电弧短路引起火灾,发生闭式试验室电气设备击穿后会释放出氟化物、氮氧化物等有毒气体,严重时还会引起呼吸道刺激、中毒和窒息反应。同时一些变压器、断路器也会在电弧过程中压力急速增大而引发油箱爆裂或金属壳体破裂,影响范围大,在很大程度上威胁到了人员的安全。火灾、爆炸及有毒气体泄漏的叠加作用,会使事故应急处置的难上加难,给试验人员以及试验设备、环境等带来的危险不断增大。

4 电气试验中的预防措施

4.1 严控触电风险,强化绝缘与隔离

电气试验中触电风险的控制应从设备绝缘防护、操作人员隔离、作业环境改善三个方面同时入手。第一,设备层面,做到试验前做全部电气装置的耐压和泄漏电流测试,设备的绝缘介质必须合格,对于长时间运行在高电压应力下的绝缘件要使用红外成像或介质损耗因数测试的方式进行检测,如果存在隐患要及时更换。对于电缆、连接端子及试验线等都需要使用耐压等级比试验电压高的专用产品,防止由于绝缘厚度不足或者老化而引发击穿的情况。第二,操作层面,制定隔离制度十分关键,设置出划定的试验区并且在区外做好安全隔离,区内的隔离器具必须能耐高压,防止电弧发生旁路现象。每个进入试验现场的人员都要正确穿戴标准规定的绝缘靴、绝缘手套、防护面罩,人和带电部件要一直保持有效距离的绝缘层防护,高电位试验情况下需要通过绝缘操作杆来进行相关操作接触,不要让人体直接接触高压的导体。第三,作业层面,做到“验电、接地、操作”三个步骤同步进行,先用专用验电器验电,确保没有电再装上接地短路线接地,防止剩余电荷或感应电流发生的触电事故。对存在感应电压影响的长线路上的设备采取分段地线接地方法降低跨步电压。第四,环境层面,当湿度较大的试验室内需要安装除湿机或开启新风设备来降低空气湿度,提高人体的电阻;或者当空间较小、需要封闭施工时,必须要有两人以上协同施工,并在施工作业现场安排备用应急灯及安全出口等快速逃离通道,便于发现事故后能第一时间展开救援。

4.2 预防电弧与短路,提升设备可靠性

做好电弧与短路风险防控工作需要综合考虑试验设备检修、试验过程操作控制和安全防护配置等多个方面的要素,具体包括:保证试验设备的绝缘状态及导电接点可靠;定期开展设备导体连接处的紧固检查,保证接触电阻正常范围内,严禁因接触不良造成局部过热发生电弧;对电缆及端子的绝缘层老化的设备开展局部放电检测和介质耐压试验,及时发现并更换有缺陷的设备。对关键设备进行全面的预防性维护,尽可能把潜在的短路源消灭掉。另外,试验的操作过程应注意调节升压机合闸的方式。采用逐步升压法进行升压,避免出现瞬时过电压导致绝缘被击穿。合闸要按规程进行,控制好合闸的速度和顺序,防止由于操作过快而引起电

流突变,增大发生电弧的可能性。对于一些大电流的试验应该在电路中串入限流电阻或者电抗器来减小短路电流峰值,防止电流过大导致设备以及人员受到冲击。所有的试验回路必须设置有快速熔断器或者高分断能力断路器,当电流达到设定值的时候快速切断电源。并且保护装置的定值需要计算试验确定准确后方可使用;防止保护装置过度敏感而误动。除此之外,试验人员要穿好阻燃工作服、护目面罩等防护用品以防止高温电弧以及高温熔珠、金属碎片飞溅造成的伤害;同时试验区要用耐火隔板或屏蔽装置隔开,并要防止电弧光直接辐射造成人体暴露,要在现场设置专用灭火器(特别是能扑灭电气火灾的二氧化碳或者干粉灭火器),以便出现短路着火后能够及时处置。

4.3 规范搬运安装,防控机械性伤害

电气试验用到的设备多为大吨位重物,而且设备的搬运和安放有可能出现设备运输中的机械伤害,因此在实际工作中一定要做好管理和保护措施。首先,在搬运时要使用专门的吊装工具和运输车搬运大吨位设备,不要使用一些不符合要求的小件搬运工具,例如:叉车等。吊装前先做好防护工作,检查钢丝绳、吊具、起重机具等,保证其性能完好,且额定载荷大于设备重量。同时,需要用绑扎方式固定住设备,避免设备在提拉中发生左右移动或者歪斜的现象。其次,在设备就位及安装方面,大件试验设备须用地脚螺栓或者支撑架来加固设备,以免出现大型设备自身工作或振动所造成的位移。如果是需要连接起来的工作电缆,则应由几个人配合并按照指挥来操作,同时要注意力度大小要一致,防止被拉拽而导致身体受伤。再者,在拆除和调整阶段,应使用相适应设备类型的专用工具,对于高强紧固件和弹性元件,必须采取缓存措施,防止突然松开弹射出来造成设备零部件丢失;进行作业操作时,工作人员应当远离设备距离2米左右;应该佩戴好安全帽、防护手套、防护眼镜,防止发生重物掉落和冲撞;进行高空作业时需系好安全带并且设置好防坠落设施,设置好平台护栏。

4.4 控制二次危害,健全应急防护

电气试验过程中存在发生火灾、爆炸、毒气泄漏等二次危害情况,所以要从试验前期的准备、试验过程及试验后期三个方面做好防控工作。一是试验前期做好现场防火设置,在试验环境建设中尽量不要将可燃物靠近高压设备,

并且要给含油电气装置留出专用区域,并对其周围铺上防火阻燃垫,避免火源沿地势扩散蔓延;高能设备试验前检查油位、压力释放阀和密封装置,使其内部压力始终在正常范围以内,以防发生油箱爆裂;保证持续通风,使有害气体得到及时稀释并排走;二是试验作业要针对电气火灾的特点配备灭火设施,在现场准备好充足的二氧化碳或干粉灭火器,并对其进行定期检验;在闭合空间内的试验室可以增设气体自动灭火装置,可以随时随地防止因电弧或者短路等情况引起的突发火情;让实验人员进入高危区时带着便携式气体检测仪,第一时间知晓有无出现氟化物或者氮氧化物泄漏情况,如若出现则迅速佩戴好正压式空气呼吸器;三是在应急处置环节,要在试验单位建立火灾、爆炸及气体泄漏事故多级处置方案,并制定

专项应急预案,定期开展模拟演练,保证可操作性;同时,保障试验基地的逃生通道、指示标志以及独立照明均要始终保持通畅,能够在试验场地停电的情况下组织撤离。所有作业小组应确定1名兼职应急联络员,负责统一指挥现场撤离及开展先期救援工作,避免因忙乱造成更多的伤亡。

5 结语

电气试验是检验、考核电力设备是否符合要求的一道重要关卡,其潜在危害具有高风险、复杂性及突发性特征。本文在分析试验过程中发生危害原因的基础上,针对操作过程、设备状态、环境因素等不同方面存在的危险点,提出防护措施和应急预案。该防护预案分别从绝缘隔离、防电弧短路、机械防护以及二次危害防护几个层面来进行设置,可以为电气试验全过程中多方面地提供安全保障。科学地实施措施可有效地减小事故发生概率,提高试验数据质量,为试验单位构建标准的、规范的安全管理体系提供参考途径。

参考文献

- [1] 樊达.电力系统电气试验危险点分析及控制措施[C]//全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会.宁波:三明电力发展有限公司,2024.
- [2] 汤静松,沙峻峰.电气试验中的风险因素与预防措施分析[J].集成电路应用,2024,41(6):176-177.
- [3] 陈丹娟,黄振雄,刘文豪.电力设备高压电气交接试验问题及解决策略研究[J].大科技,2024(13).