

关于高压开关场感应电压的分析与防范

Analysis and Prevention of Induced Voltage in High Voltage Switch Field

武茂雄 焦媛媛

Maoxiong Wu Yuanyuan Jiao

国华投资陕西分公司 中国·陕西 榆林 719000

Guohua Energy Investment Co., Ltd. Shaanxi Company, Yulin, Shaanxi, 719000, China

摘要: 随着中国经济的发展, 全社会的用电需求逐年增加, 发电厂、变电站逐年投入运行, 电力从业者也在逐年增多, 很多电力工作者在变电站工作时, 经常遇到端子箱“带电”等情况, 经过长时间的排查也不能检查出其原因。论文对这种情况做了详细说明, 并阐明了变电站开关场感应电压产生的原因、检查判断方法及防止感应电压伤人的措施。

Abstract: With the development of China's economy, the whole society demand increased year by year, power plant, substation put into operation year by year, power practitioners are increasing year by year, many power workers in substation work, often encounter terminal box "charged", and so on and so forth, after a long time also can not check out the reason. This paper explains this situation in detail, and explains the causes of the induction voltage of the substation switch field, the inspection and judgment method, and the measures to prevent the induction voltage from hurting people.

关键词: 感应电压; 开关场; 变电站; 端子箱

Keywords: induction voltage; switch field; substation; terminal box

DOI: 10.12346/peti.v6i1.9100

1 引言

2022年10月12日, 某风电场发现110kV升压站开关场110kV2号主变1102断路器端子箱用手触摸时有轻微的麻胀及刺痛感, 现场人员怀疑端子箱有漏电或接地不良的情况, 于是对开关场的全部端子箱及机构箱进行了全面排查, 发现所有的端子箱、机构箱及钢构架与人体之间都带有不同程度的电压。首先, 将110kV的2号主变1102断路器端子箱的两路交流电源上级空开均拉开, 发现人体对端子箱之间仍然有电压(直流系统电压正常); 其次, 将该端子箱的接地解开, 再次进行测量, 发现人体与端子箱之间仍然有电压, 约为260V(与之前测量的数值基本一致), 指尖触摸该端子箱时仍然有麻胀及刺痛感; 最后, 将所有的接地点连接好, 从其他接地点处引一根可靠的接地线接在该端子箱上, 用指尖触摸该端子箱, 麻胀及刺痛感尚未消失, 且一直有放电小火花。此时, 利用接地电阻测试仪用三点法测量该端子箱的接地电阻, 分别从站内、外打接地极, 测量了两组有效

数据, 两组接地电阻数据均小于等于 0.4Ω , 满足开关场的接地要求。

放电, 是电源对导体进行的。既然端子箱、机构箱及钢构架不是电源, 那人体是不是电源呢? 顺着此思路, 默认人体为电源进行试验检查。一方面, 人体处在开关场中, 穿着绝缘鞋站在复合电缆沟盖板上, 测量人体对地的电压约为260V; 人体处在开关场中同一位置, 人体穿着绝缘鞋站在地面上, 测量人体对地的电压约为180V; 人体与良好的接地体相连, 站在同一位置, 测量人体对地的电压为0V。由此, 可以得出, 人体在110kV开关场的强磁场中会感应出电压, 且人体与地之间的绝缘强度越高, 感应出的电压越高, 人体越靠近高电压等级的设备感应出的电压就越高。另一方面, 基于上述理论, 我们要求多座110kV升压站的人员进入110kV开关场, 进行人体感应电压测量, 不同位置、不同地点均测出了感应电压, 电压在十几伏到二百多伏不等, 从而论证了以上理论的正确性。

【作者简介】武茂雄(1986-), 男, 中国陕西榆林人, 本科, 工程师, 从事新能源电气研究。

2 判断方法

理论上讲,任何人处在高电压等级的强磁场中都能感应出电压,人体脚与地面的绝缘强度越高感应出的电压也越高。这是因为感应电荷得不到有效释放而产生的电压。之所以这个感应电压没有造成太大的伤害,是因为我们所处的开关场电压等级并不高,且人体的电阻在 $2\text{k}\Omega\sim 20\text{M}\Omega$ 范围内(皮肤干燥时),放电时电流在零点零几个毫安以下,但我们必须重视。有些长时间从事检修工作的人员在为 220kV 及以上的电流互感器取油样时,人体站在绝缘梯上,当手触碰到放油阀时就会产生放电,使人体有麻胀刺痛感,电压等级越高感觉越强烈,甚至在高处作业时会因自身感应电压对接地体放电造成人员高坠事故。为了防止感应电压伤人事件的发生,我们应该先判断处在开关场的设备是漏电还是有感应电压^[1]。

3 判断方法

3.1 设备漏电

当用万用表测量设备外壳与地之间有电压时,可判断为设备漏电或接地不良。接地良好的情况下,设备漏电时设备外壳对地不能测出电压,相当于短路,空开会跳闸;若空开容量配置过大,不会跳闸时,导线会发热。人体对地的绝缘强度越低,触电感越强烈。第一,触电感判断。在风电场升压站开关场中,存在着超出高压电流,会增加触电的安全风险。为了保证工作人员的安全,必须进行触电感判断,触电感判断主要方法是使用绝缘测试仪器,对开关场端子箱进行电气绝缘测试。如果测试结果显示绝缘电阻值偏低,那么就可能存在触电风险,要及时采取措施进行修复设备。第二,设备漏电判断。漏电是指电流未经过设备预期路径而发生泄漏的现象,在开关场端子箱中,设备漏电可能导致电气设备损坏,甚至引发火灾等严重后果。为了及时发现设备漏电情况,要定期进行设备漏电判断,通过使用漏电保护器或漏电检测仪来实现。这些设备能够监测电流的变化,一旦检测到异常电流泄漏,就会自动切断电源,保护设备和人身安全^[2]。

3.2 感应电压

当用万用表测量与电源有断开点的导体(人体)与地之间有电压时,可判断为感应电压,特别大的导体感应电压是不能用万用表直接测量的,导体与地之间的绝缘强度越高,感应电压越强。当人体出现感应电压时,人体对地绝缘强度越高,触摸接地体的触电感就越强,这是因为感应电压在一点释放,放电电流较大(微安级),当人体大面积接触接地体时,基本没有触电感,是因为释放电流通道增大,人体基本没感觉。首先,合理预判感应电压的阈值。感应电压是指由于电磁感应而在接触体上产生的电压,由于在风电场升压站开关场中存在高压电流,当人员进入高压开关场时,人体上会产生较高的感应电压。因此,工作人员要合理预判感应电压的阈值,当感应电压超过这个阈值时,即判断为存在触

电风险。其次,准确测量感应电压。为了准确判断是否存在触电风险,要准确测量感应电压,通常可利用安装感应电压传感器来实时测量感应电压,将感应电压转化为电信号,通过信号处理器进行处理后,从而得到准确的感应电压数值。最后,及时采取措施。一旦判断出存在触电风险,要立即采取相应的措施,如通过断开电源、切断电路,装设个人保安线等方式,避免发生触电事故。同时,还要对检修人员做好感应电压释放的措施,以确保设备的正常运行和工作人员的安全^[3]。

4 触电感防范措施

4.1 设备维护与检修

定期进行绝缘电阻测试,确保绝缘性能符合要求。风电场升压站开关场的设备均为高压电气设备,作为电力系统中的重要设备,其安全性对于风电场的正常运行至关重要。然而,由于长期运行影响,开关场的高压电气设备可能存在绝缘受损、接地不良等问题,为防止意外事故的发生,有必要采取一系列防范措施。通过定期测试绝缘电阻,判断电气设备是否存在绝缘问题,并且及时采取相应的修复和维护措施。绝缘电阻测试可通过专业的测量仪器进行,通常使用兆欧表或绝缘电阻测试仪测量绝缘电阻值,从而确保绝缘性能符合要求。如果测试结果显示绝缘电阻不达标,应立即采取相应的维护措施,如更换绝缘材料、修复绝缘层等措施。在绝缘电阻测试之外,工作人员要定期对开关场设备的绝缘性能进行全面检查,主要包括检查绝缘是否存在破损、老化、腐蚀、设备接地端是否良好等情况以及检查端子箱是否存在漏电现象。如果发现任何绝缘性能方面的问题,应立即采取相应的修复措施,确保开关场设备绝缘良好、接地良好。

此外,在进行绝缘电阻测试和绝缘性能检查的过程中,需要严格遵守操作规程和安全操作要求,只有经过专业培训和合格认证的人员才能进行相关操作,确保操作的准确性。同时,使用符合标准的测量仪器和设备,确保测试结果的准确性。值得注意的是,在高压开关场中如果设备的绝缘良好,接地点接地不良或断开的情况下,可能会导致现场工作人员触电事件的发生,所以测量设备的绝缘与检查其接地是否良好同等重要^[4]。

4.2 环境管理与预防

4.2.1 安装可靠的漏电保护装置,及时检测并切断电流

风电场升压站在选址时,应尽量避免选择地势低洼、易积水的区域,并确保周围没有高压电线、电缆、其他可能引起感应电压的设备,定期清理维护开关场周围的环境,及时修复损坏的护栏、围墙等防护设施,从而确保其完好无损。同时,安装可靠的漏电保护装置也是非常重要的,漏电保护装置能监测电流的大小,一旦检测到电流超过设定值,就会立即切断电源,防止发生触电事故。因此,在升压站的开关场检修电源箱上安装漏电保护装置是必不可少的,并定期维

护漏电保护装置,才能确保其正常工作。另外,及时检测并切断电流也是必要的措施,一旦发现开关场端子箱有触电感,应立即切断电源,并通知专业人员进行排查。在日常巡检中,要注意观察开关场端子箱是否有异味、发热等异常情况,并及时报告相关部门进行处理^[9]。

4.2.2 在高压开关场周围设置明显的警示标识,提醒工作人员注意触电风险

由于风电场升压站开关场工作环境的特殊性,使得开关场内存在着触电风险。为了保障工作人员的安全,工作人员要在开关场内设置明显的警示标识,这些标识应该醒目、易于辨认,并包含有关触电风险的相关信息。例如,使用标准化标识、标牌,树立风险警示牌、进场须知等,提醒工作人员注意触电风险,指示必须采取的安全措施,如佩戴绝缘手套、穿戴适当的防护服装等。同时,要保持风电场升压站开关场周围的清洁、整洁,并及时清除杂物和积水等可能导致短路的物质,定期进行绝缘性能检测,确保设备的绝缘性能符合要求。

4.3 培训与意识提高

4.3.1 加强安全意识教育,增强员工对触电风险的防范意识

为了保障员工的生命安全,相关企业要加强安全意识教育,结合风电场升压站开关场的触电风险,将安全教育纳入员工的日常工作中,并定期举办相关培训。在培训过程中,通过案例分析、事故模拟等方式,向员工传达触电风险的危害性和防范方法。并提供相关的规章制度和操作手册,确保员工能遵守安全操作要求。同时,通过培训,让员工了解到触电风险的来源和常见的事故原因以及如何正确使用个人防护装备和工具,避免发生触电事故;组织员工进行实地演练,让他们亲身感受到触电风险的危害性和紧迫性,提高他们对安全问题的重视程度。

4.3.2 建立健全的事故报告和处理机制,及时总结经验教训

风电场升压站开关场电气设备是风电场中重要的设备,其正常运行对于风电场的稳定运行至关重要,但由于受到设备老化、维护不当等原因影响,设备可能存在着触电风险。为了有效防范这一风险,风电场应建立完善的事事故报告和处理流程,明确责任和权限。一旦发现设备有触电感的问题,工作人员应立即停止工作,确保人员安全。同时,应及时上报相关部门,进行问题排查和处理,找出问题原因,采取相应的措施进行整改。事后进行原因分析,总结经验教训,制定相应的预防措施,确保不再发生类似问题。另外,风电场应定期组织安全培训和宣传活动,提高工作人员对于触电风险的认识和防范意识。通过安全会议、安全标语、宣传栏等

方式,向工作人员传达安全知识和经验,提醒他们在操作过程中严格按照操作规程进行,做到安全第一。

5 结论

综上所述,在对某风电场升压站开关场端子箱进行全面检测后,我们发现存在触电感的问题。触电感是因为人体处在高压开关场中感应出了电压,高压开关场中的电气设备及构支架等在外壳接地不良的情况下也会感应出电压,感应电压的高低取决于高压开关场的电压等级,电压等级越高,感应出的电压也会越高。因端子箱接地是良好的,故人体感应出的电压在人体接触端子箱时进行了放电,所以人体会有轻微触电感。为了保障工作人员的安全和设备的正常运行,我们必须采取相应的防范措施。

可能导致触电感的原因有多种,如设备老化、接地不良、绝缘材料损坏等。我们需要对每个电气设备进行详细检查,确保连接线路的良好接触和绝缘材料的完好。同时,也要注意检查设备的年限和使用状况,及时更换老化严重的设备。

定期检查和维护设备能够有效预防发生触电事件。特别是对于高压设备,要定期进行绝缘电阻测试,确保绝缘材料的性能符合要求,设备外壳接地良好。

工作人员必须具备相关的电气知识和操作技能,了解感应电压的危害和防范措施。在操作设备时,要严格按照操作规程进行,确保作业人员的安全和设备的正常运行。

强调风电场升压站开关场端子箱触电感问题的严重性,并呼吁相关部门和企业高度重视。只有通过全面检测、维护和培训等多方面的措施,才能有效预防感应电压伤人事件的发生,确保工作人员的安全和设备的正常运行。

总之,针对某风电场升压站开关场端子箱存在触电感的问题。要认真分析和采取相应的防范措施。通过排查原因、加强设备维护、加强人员培训等措施,有效降低感应电压伤人事件的发生概率,确保工作人员的安全。

参考文献

- [1] 杨艳,樊三军,韩胜国,等.微纳米端子箱驱潮装置研制和应用[J].电工技术,2023(20):130-132.
- [2] 汤建磊,马云,杨珊,等.变电站端子箱和机构箱防潮密封的运维策略[J].电气技术与经济,2023(2):107-109.
- [3] 杨顺建,骆李成.变电站户外端子箱密封防潮装置的研制与应用[J].电力系统装备,2023(4):189-191.
- [4] 陆卓渊,陈达.基于物联网的变电站端子箱小动物驱离方案研究[J].中国设备工程,2023(15):36-38.
- [5] 张敏,方健,王勇,等.基于ZigBee无线通信的变电站端子箱温湿度传感器系统设计[J].制造业自动化,2023,45(2):169-174.