

# 电力变电运行中的多发事故点及控制措施探讨

张杰

国网吕梁供电公司

**摘要:** 随着国家经济的快速发展, 各行各业都有了很大的发展, 人们对电力的要求也随之提高。在电力系统中, 变电运行的工作状态对电力系统的质量和在工作状态有很大的影响。电力变电的运行是一项相当复杂的工程项目。因此, 变电故障频发, 尤其是直流回路、变压器及母线跳闸等。项目围绕变电运行过程中的多发事故点问题展开研究, 探讨多故障点的控制思路, 重点研究变电运行过程中多发事故点的调控方法, 期望降低变电过程中非预期事件的发生率, 保障电网的安全、可靠地运行。

**关键词:** 电力变电; 变压器跳闸; 倒闸

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.09.069

## 引言

由于我国是电力消费大国, 电力消费规模日益扩大, 电力消费总量也在急剧上升。供电质量已经成为关系到人民群众日常生活最重要的问题。但是, 在复杂的电力应用环境下, 电力系统中存在着许多不确定性因素。其中, 由于人为原因引起的安全事故频发, 严重影响了检修工人的身体、精神和生命安全。所以, 在电力变电的运行中, 必须综合各种因素, 对可能出现的安全事故进行持续的分析, 并不断地对事故的影响进行模拟, 这样才能逐步地减少乃至消除事故的发生, 保证我国电网的安全和可靠。

### 一、现代电网的特点及变电运维的必要性

现代电力网络结构非常复杂, 在操作、维修等方面难免会出现失误。为防止在变电运行过程中出现各种故障, 维修是其中的关键。这是一项技术性较强的工作, 它涉及二次装置回路的设置, 以及工作表的评定。该技术的运用也与变电站的安全可靠与否有着密切的联系。根据变电运行维修的含义, 在其运行的整个流程中, 都要应对其运行状态、开票以及发生的故障进行检测。变电运行中的安全性问题是否能够得到有效的解决, 关系到整个电力系统的稳定运行, 而变电系统作为一个重要的组成部分, 其作用就是承担着供电的骨干, 如果发生了意外, 不仅会影响到人们的日常生活用电, 还会导致电器的损毁, 严重的还会导致整个电网的瘫痪, 严重的危及到国民经济的发展以及人们的人身和财产的安全。

### 二、电力变电运行中的多发事故点

#### 1. 倒闸

在电力变电的运行中, 经常会出现一些误操作事故, 如不知道变压器空载切合、变压器空载电压超标等。前者会使变压器的绝缘性能受到损害, 而后者会对变压器的绝缘产生不可修复的损伤。除了变压器的操作, 母线的倒闸和直流回路的倒闸操作也是经常发生

的, 例如, 带负荷拉闸, 操作不当, 空载母线充电时, 电感电压互感器和开关端口的电容串联共振, 都会导致设备误动作。

#### 2. 主变中性点

单母线、单主变接线方式下, 主变中性点通常不接地, 当雷波侵袭主变或输电线路引发雷击过电压时, 即使变电外线路避雷器能够正常工作, 但由于线路避雷器雷电冲击电流余压很高, 导致雷击过电压沿线路落向母线。然后, 在较短的一段时间里, 电力变电主变中性点电位突然上升, 造成了主变中性点接线桩头和A相母线间的气隙击穿。由此引起的高低压开关跳闸, 母线无源供电等一系列问题。

#### 3. 变压器

在电力系统中, 变压器特别是承载着大量负载的大型变压器发生突发性故障的概率很高。这些问题不但会对电力变电的正常工作产生影响, 还会引起邻近变压器的严重过负荷, 母线丢失电压, 线路切机保护动作, 还会引起一系列的连锁反应, 最后导致电力设备不稳定运行。

#### 4. 电力设备选型不当造成电力故障频发

电网运行时, 要求用电装置的安全性和可靠性。然而, 在电力变电的运行中, 经常出现由于设备故障而导致电能不能正常输送的现象。经多方调查, 发现有不少设备由于功率等方面的原因而选用不合适。有的地区在初期规划中用电负荷太大, 致使无功增加, 致使全回路电压过高, 造成线损增加。在一些地区, 存在着大量的电能消耗, 而由于所选用的设备的功率不够, 导致了全网的无功过小, 导致了线路的电压偏低。上述两种情形均会导致用户用电不稳定而发生跳闸等现象, 严重时还会导致用户设备的损坏。

#### 5. 直流回路操作事故点

直流回路运行也是电网运行中经常发生的一种操作

事故，若发生直流回路接地情况，则需仔细排查直流回路的接地点，同时还要对电网中的自动化设备、继电保护封装等进行多层面的操作，如投入检测、退出等。在实际运行中，若出现错误或违章行为，将导致一系列的安全事故发生，对电网的安全、稳定运行构成了极大的威胁。

### 三、变电运行多发事故的处理技术原则和步骤

在处理多发事故的过程中，要及时地采取行之有效的措施，从根源上加以解决，避免发生安全事故，保证电力设施的安全运行。通过制订行之有效的预防措施，可以保证用户在不受其他因素影响的情况下，迅速恢复停电范围；一旦出现重大事故，应立即向上级领导报告，查明事故原因。通过对制动装置的检测，对一次电器进行外观检测，并对故障原因作出判断，并向调度部报告。在这段时间内，如果电力设施出现损坏，应及时采取预防措施，由维修人员进行处置和检修；当事故比较严重时，比如有多个光字信号，运行值班长要向调度部门报告事故的情况，以减少事故处理的时间，报告的内容要详细，如制动装置的动作，跳闸的情况等。另外，对电力工作状况也要做好解释，在事故处理过程中，要严格遵照有关领导的批示，在发生事故之后，要将报告情况报告给相关部门，既要认真地记录领导的指示，也要保证得到有效的执行。

### 四、电力变电运行中多发事故点的控制措施

#### 1. 倒闸事故控制

对频繁发生的倒闸故障点进行控制，主要有母线跳闸、变压器跳闸和直流回路跳闸。针对频繁发生的母线跳闸事故，必须立足于母线甚至是整个电网的安全运行，在切断操作电源的条件下，开展断路器的投切，以减少断路器误跳闸和带负荷拉闸事故的发生概率。而在母线上的元件转移和装置倒换时，要灵活地选择倒换顺序，以防止因电压损失造成的继电保护和自动装置误动作。例如，在“绝缘开关辅助接点切断”动作时，母线电压变压器可以通过中间电压继电器接点或者绝缘开关的辅助接点，实现变压器工作过程中的所有回路次级电压的供给，并再次检验母线本地保护次级电压是否能够正常开关，以防止两套母线断路器同时合闸而触发熔丝熔断、开关跳闸等事故。

对变压器倒闸，要按照操作规程，反复诵读操作指令，预想动作时潮流的改变，做好相应的准备。也可以通过保护人员和操作人员互相问答的方法，来确定断路器跳闸的危险点，提前制定出管理控制计划。同时，为了防止无负荷变压器引起的过电压事故，操作人员要将变压器的继电保护、短路电流和绝缘安全状况与断路器

是否发生不对称开断（或三相不同时间开断）作为前置条件，对变压器中性点接地进行设定。例如，当多个变压器在多个母线并列布置的情况下，必须保证一条母线有一台及以上的中性点直接接地。又比如，在变压器的低压端安装了供电装置之后，要从避免高压侧开关的跳闸开始，对变压器的中性点接地进行保护。

针对直流回路的倒闸，主要是要把直流控制保险丝取下，贯彻先正极后负极的原理，并且确保取下和安装的时间间隔不超过5.0秒，减少保护装置误动作的危险。当停止直流供电时，应预先将保护出口接头关闭。如果是直流供电，在恢复直流供电的情况下，必须将保护出口接头接片重新接起。而当“断路器停机”动作时，为了防止断路器跳脱，操作人员必须先保证断路器控制熔断器的开断，然后再将其接地重合闸（或挂接地线）移除。

#### 2. 主变中性点事故控制

当主变中性点接线桩头与A相接线间发生气隙击穿事故后，在考虑到母线引下线距一定的情况下，三相进波符合中性点到A相接线排的电能量释放条件，立刻将主变隔离，把原来的热备用联络线改为运行，一段时间后促使主变经试验后投入运行，试验包括直流耐压、直流电阻与绝缘电阻等。

在随后的输电线路中，根据《交流电力系统金属氧化物避雷器使用导则》DL/T804中有关规范，针对雷击多发的多雷区，增加中性点避雷器，以抑制雷击引起的中性点电位升高为出发点。通常情况下，对于完全绝缘、额定电压为35 kV的变压器中性点，可以选用51 kV的避雷器，确保在发生单相接地故障时，当中性点上升到相电压时，母线的工作电压能够满足工作条件。同时，通过对变电主变中避雷器和线路侧避雷器的互换，可以为提高电网运行中的雷击过电压两道防线的可靠性奠定基础。基于此，为符合《城市电力网规划设计导则》对“N-1”级供电标准的规定，提出了采用双电源、两主变进线来取代电网单个电源和一个主变进线。

母线是电网中继主要故障点之后的第二个故障点。如果GIS正母线间支承绝缘子发生故障，将导致C相、B相和A相相继产生故障电流，从而导致对侧变压器的远跳信号，促使多出口跳闸。针对此类事故，有关部门要以GIS装置为重点，加大巡检力度，确保SF<sub>6</sub>气体泄漏能被及时发现和处理。提出了一种基于小波变换的故障诊断方法。比如，当变电站3/2接线的母线母保护动作和开关分闸事故时，有关人员能够通过直流电阻测定的方法，来测定分闸开关的直流电阻，然后对空气室中的SF<sub>6</sub>气体成分进行检测，判断出有问题的气室后，才能

有针对性地进行处理。

### 3. 变压器事故控制

在电力系统中,各相关部门要沉着冷静,与现场调度员紧密配合,准确把握问题所在,有序解决问题。一般在一回路主变突然跳闸后,检修人员要按规定把跳闸开关、跳闸事件、保护动作等信息报告给现场调度员。此外,还可以报告温度变化,未脱负荷变压器,未脱负荷的变压器潮流,以及反映变压器故障的频率、电压变化。变压器超负载操作后,相关工作人员要根据相关规程,对跳闸变压器一次回路、跳闸变压器二次回路进行检测,确定变压器是不是无故障跳闸,若有故障跳闸,则要确定故障在变压器回路以外,若在变压器回路以外,应立即告知当班调度,由他来测试变压器,以防止其他变压器的超负载问题;在无法判断是否为短路时,相关工作人员应按照“跳变”的情况,对相邻的不跳变的超负荷动作进行处置。在发生故障时,需要有关工作人员与调度人员一道,将变压器的操作问题放在首位,并按照短期应急过负荷规律,对过负荷变压器进行监测。

### 4. 根据不同地域选择合适的电力设备

针对不同的使用场合,选用安全、可靠的电气装置。在选择设备时,应对设备的性能、工作特性、工作环境等有一个全面的认识。同时,对电气装备中的关键部件进行测试,以达到延长其使用寿命的目的。在日常的电气设备维修工作中,可以探测到设备的主要工作参数,迅速地反馈到可能发生的电气异常,让设备管理者可以及时地排除故障,保证设备的安全运行。对设备进行不定时的检修,对出现故障的零部件及设备内的老化零部件进行及时更换。为保证电力变换装置的安全运行,对各种可能影响到其正常工作的部件进行检测。

### 5. 直流回路操作安全控制

要加强对直流控制保险丝的运行管理,要按规范的流程,有条不紊地进行具体的操作,防止发生泄漏事故。在实际运行中,安装直流控制熔丝时,应尽量避免频繁开、关,实际装入损耗的时间间隔应小于5秒。若发生必须停止直流供电时,必须先将直流线路切断,以保证直流线路的反向运行。对断路器合闸熔断器的动作要进行严格的控制,以免发生误动,从而导致闭合失败。要加强对开关的运行管理,严禁在开关运行时人工合闸。在实际运行中,必须深入地分析现场的实测信号及测试仪器,同时还要重视设备的位置指标,对断路器的分离位置进行全面的分析,才能更好地判断断路器的实际动作。

### 6. 做好变电设备检修维护工作

除以上的质量控制之外,工作人员还需要做好对变

压器的维修工作,尤其是那些服役时间比较长、老化受损较严重的变电设备,更应该增加检修和维护的投资,保证变压器的安全性。另外,为了避免由于设备故障而发生电力事故,工作人员还需要制定一套比较完备的变压器检测系统,不能有任何的遗漏,并且对那些使用了很久并且损坏比较严重的变压器设备进行更新。此外,在对变压器进行检修时,工作人员要遵循一定的维护准则,确保变压器的各项性能能够达到安全规范的要求,同时,还需要对设备的检修质量进行进一步的改进,需要检修人员尽可能地利用成像、红外线测温及故障探测仪等更先进的工具来进行检测,对变压器的运行状况进行正确的评价,在发现任何不正常的时候,及时地采取相应的对策,将变电设备的安全事故的发生概率降到最低。

### 7. 对变电操作人员进行专业技术强化

通过培训和教育等多种途径,提高了操作人员的职业素质和业务能力。比如,通过对变压器操作人员进行知识讲解、法规学习等,将其基础知识进行夯实,并组建传帮带学习团队,以资深员工带动新员工,促进大家互相学习,共同提高。另外,也可以举办各种形式的比赛,通过这种方式,可以让变电运行人员对自己的专业知识和技术有更深的印象,从而加深对其的认识。除了以上几点之外,还需要定期进行事故预案活动,将实际案例中发生的安全事故进行演习,使员工在遇到此类事件时有所依循,提高应急处理的能力。

## 五、总结

线路故障易发点既是复杂的,又是变化的、潜在的、可以预测的、客观的。所以,有关人员应该从输电线路的全过程出发,根据线路故障频发的客观现实现象,提前对倒闸、主变中性点等多发事故点的产生原因进行分析。只有对与电力变电的实际运行状况和设备的运行状况有一个完整的认识,才能制订并及时实施安全运行方案,减少有关电力变电的事故发生的可能性,从而保证国家电网的安全可靠运行。

## 参考文献

- [1] 郭文丽,王毛,黄海. 变电运行中的多发事故及控制措施探讨[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(6): 0123-0123.
- [2] 郑媛. 电力变电运行中的多发事故点及控制措施探讨[J]. 安防科技, 2020(5): 93-93.
- [3] 陈雨明. 电力变电运行中多发事故点的控制分析[J]. 电子乐园, 2021(6): 0427-0428.
- [4] 常艺航,朱雅楠. 浅论电力变电运行中多发事故点的控制分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(4): 0173-0176.