

# 过电压对电力机车高压电气设备的影响研究

杨 彬

国能朔黄铁路发展有限责任公司机辆分公司 河北 沧州 062350

**摘 要:** 在电力机车高压电气设备运行过程中,会遇到许多种类的过电压,它们分别由不同的原因产生而成。因此得出过电压对电力机车高压电气设备运行产生的影响,并根据现有的情况总结得出了相关的措施,从而对过电压起到一个预防的作用,从而进一步保障电气设备运行的安全性与稳定性。

**关键词:** 过电压; 电力机车; 高压电气设备

## 1 电力机车运行中的过电压及对设备造成的影响

一般情况下,电力机车在单向交流额定25kV的接触网下运转。由于电力机车长期在恶劣环境下运转,复杂的外部环境以及机车车顶的高压电气装备比较容易遭受自然界恶劣环境损坏。如果再加上过电压的额外破坏,那么电气设备自身损耗就会加大。就当前现状而言,我国虽然对电力机车展开了绝缘性的设计工作,但是因为国内组织制度原因,即供电和车载系统分属于两个不同的部门。所以,在进行绝缘设计的时候,标准的差异造成了绝缘匹配失衡障碍。因此,在工作过程中,要全面思考各方面因素,对关联因素进行仔细分析。我们不仅对外部环境开展严格的考察,而且还对有关的电压类型进行研究,以达到制订一套完整的系统性方法<sup>[1]</sup>。

## 2 电力机车运行中的过电压及对设备造成的影响

由于电力机车在运行中需要大量的电能,而电能是由受电弓和接触网导线的动态接触提供的。不管是受电弓还是接触网导线,它们的连接点或悬挂点都具有弹性,如果受电弓运行状态不好或者接触网导线的衔接点出现问题都会导致受电弓进入离线状态,而频繁的离线则会导致电力机车上的互感器绕组等产生高阶谐振过电压。

### 2.1 过分相形成的过电压及其影响

电力机车在进入过分相无电区时,在各种力量的作用下,比如电弓、对地电容、中性嵌入线、电压感应器互相作用会形成谐振回路。而这些力量作用形成谐振回路又会和过分相无电区的感应电压形成高阶震荡电路,由此产生震荡过电压。本来这些震荡过电压的存在并不会直接威胁电力机车高压电气设备,但是因为电力机车在进入不同的线路区域时,其电压幅值会产生变化,有时幅值还会超过最大顶点。如果震荡过电压频繁产生,则会对电力机车的高压电气设备产生很大的损坏作用<sup>[2]</sup>。

### 2.2 由于操作不当产生的过电压及影响

内部和外部的不当操作都可能导致过电压的出现。

如果内部操作不当的话,可能会出现重复合闸,进而出现过电压。而如果外部操作不当,则可能导致两辆相互靠近的电力机车之间产生过电压。这两种形式的过电压都会对高压电气设备产生影响,具体受影响的结构有两个。首先是电压互感器的绕组,会导致绕组绝缘性下降。其次是真空断路器,会导致其功能发生损坏。

### 2.3 大气过电压及其影响

大气过电压又分成雷直击过电压和感应过电压。雷直击过电压的产生是因为雷击放电,然后作用在接触网上,和接触网导线作用后产生。感应过电压直击是在雷击接触网附近产生的过电压。两种具体的差别是前者的波长较短,而后的波长较长。这两种过电压对电力机车高压电气设备产生的影响一个是影响电气设备的绝缘性,另一个是产生很大的破坏作用<sup>[3]</sup>。

### 2.4 有接点电路过电压

有接点电路是相对于无接点电路(电子电路)而言,主要是指由继电器、接触器、断路器等有明显接点器件构成的电路。电路中有接点器件的开断与接通,都会引起构成有接点电路的电感器件电参量的变化。例如机车内变压器、平波电抗器等电感器件,在电路通断过程中,其内部的能量需要有回路释放,否则,就会产生很高的过电压<sup>[4]</sup>。

## 3 抑制过电压对电力机车高压电气设备损坏的措施

### 3.1 绝缘配合的相关原理

如何在电力机车中使用绝缘原理是人们需要进行探索的问题,因为在电力机车中过电压现象和绝缘原理是互相矛盾的,过量的运用绝缘原理,虽然可以有效避免过电压现象产生,但是必定会使得电力机车的性能不稳定,因此,绝缘配合这一原理也就应运而生。目前我国的绝缘配合主要是以阀式避雷器的保护特征作为绝缘配合原理的核心内容,而被保护的仪器则是在这个保护原理的基础上乘以相对的保护系数而得来的。

### 3.2 优化弓网关系,提升高压电气设备的安全性

从电力机车能源传输和高压电气设备电流供应角度来分析,弓网结构是电力机车电能的传输节点,也是由于接触和震荡而形成过电压的原因<sup>[1]</sup>。在弓网关系中,导线、受电弓之间存在连接点,为确保供电的稳定性一般都会采取悬挂、支撑等机械性方式以确保连接点的稳定。一旦出现受电弓形变、悬挂失误、支撑不良等问题就会导致衔接点接触不良,在高强度运行状态下会在电力机车高压电气设备系统内部产生有害的高阶谐振过电压。弓网关系如果不协调、不稳定,就会导致过电压以超量、超饱和的状态进入到变压装置和电气元件,会使互感器、受电弓、触点、电力网等部分出现高温、放电、拉弧等问题,对电力机车高压电气设备的整体运行造成了严重的冲击和影响。在优化弓网关系的过程中,要提高接触网接触点、导线、悬挂点的弹性,有效应对电力机车在特殊条件和恶劣气候情况下接触点的连续和衔接,预防受电弓出现频繁离线状态,消除因来自供电系统接触不良而出现的过电压<sup>[2]</sup>。

### 3.3 提高抗干扰能力,严防谐振影响

我国铁路线牵引供电系统中各个主机厂的机车产品混合使用现象使得牵引供电系统中的谐波较为常见,产生的谐振过电压将对牵引供电系统尤其是电力机车高压电气系统的安全稳定运行产生危害。如机车采取了多轴隔离措施进行牵引作业,交流电力机车正常工况下变流器采用移相载波控制方式,每个轴的载波相位平均分布,实现谐波互相抵消。如果进行隔轴操作,载波相位不平衡,网侧谐波成分会增大。若同一供电臂下隔轴机车数目较多,将使网压畸变严重<sup>[3]</sup>。因此可以对高压电气系统进行一定程度的调整,也可以进一步优化传统的操作技术,具体措施参考如下:首先,从电力机车高压电气设备的实际运行情况出发,为其制定科学、合理的保护动作措施,比如对电力机车TCMS软件进行合理化改进,优化网压保护策略、相关保护限值调整,使之可以在过电压时使机车采取有效的保护动作。其次,优化电气元件,对高压设备的选型进行优化,减小谐振波对高压电气设备的影响,例如避雷器相关参数。其次,规范电力车操作规程,尽量避免产生网侧高次谐波的操作。

### 3.4 规范高压电气设备的操作

经调查研究发现,很多过电压都是人为因素所造成的,乘务员操纵技术及心理状态不稳定可能导致操作失误、导致安全漏洞的出现。这些因素都处于可控范围之内,通过采取相应措施可以对过电压的出现及其造成的影响进行预防<sup>[4]</sup>。首先,技术人员要对电力机车的高压

电气系统及系统当中的设备进行调整,使系统在检测到电压或者电流异常的时候能够在第一时间进行自动化调整。其次,要对人员的操作行为进行规范,使他们了解系统运行的规律、掌握不同设备具体的维护方法,减少错误行为的出现,在对过电压进行抑制的同时保障人身安全。

### 3.5 维护设备稳定性

在电力机车高压电气设备的运行过程中,由于操作人员行为、判断、思维等一系列因素出现偏颇而导致的各种错误是十分常见的。对此,我们可以采取以下措施来进行有效的防控:首先,在电力机车高压设备处贴出醒目警示牌、相关操作规范。比如电力机车实行的高压互锁措施就比较合理化,即高压接地开关与机车钥匙箱连锁控制,可以实现机车的高压安全互锁,确保只有在网侧回路完全接地的情况下才可打开机车的其他电器柜门,实现高压安全互锁<sup>[1]</sup>。其次,对相关操作人员进行定期的培训及检查,全方位规范操作人员的工作模式,防止出现错误行为。最后,在机车到段与出发前需进行整备作业,相关操作人员进行高压设备的外观、功能检查,确保没有问题。

### 3.6 抑制外部因素的不良影响

在外界环境当中,很多因素都会成为过电压的诱因,其中雷击就是最为主要的原因。为了抑制雷击造成的不良影响,首先,要增强电气设备自身的绝缘性,除了将设备与雷击进行物理隔离之外,还可以通过功能切割的方式来降低雷击的危害,增强系统在整体和局部的绝缘性能,使设备在雷暴等恶劣天气也可以正常运行,使电力机车能够风雨无阻地为人们提供便捷的交通服务。另外,还要在电力机车上安装相应的装置和设备来达到避雷的效果,使设备能够有效应对雷击<sup>[2]</sup>。

### 3.7 解决绝缘配合中问题的措施

在绝缘配合中,为了解决因为避雷器参数选择不合适问题和外界环境引起的冲击波电压作用影响,可以采取两级避雷保护的措施,也就是对被保护设备设置两级避雷保护,如果一级避雷装置受到过电压冲击波影响,另一侧可以对其产生抑制作用。

## 4 电力机车电气系统发展方向

电力机车电气系统应该向智能化、自动化方向发展。以电力机车目前普遍的电气控制系统结构为基础,以先进专业技术和自动控制理论为指导,对电力机车模型的软件系统、硬件系统以及监控系统进行科学的设计,从而达到改进和完善控制系统功能的最终目的。

### 结语

总而言之，在电力机车的运行过程中，它会受到外界和内部环境的双重影响，都会产生一定程度的过电压，而如果过电压过大，就会对高压电气设备产生恶劣的影响。为此，可以采取绝缘配合的方法抑制过电压。同时，为了保证绝缘配合的效果，要注意采取避雷保护措施以及综合考虑电力机车中多种绝缘设备的参数，以此来强化效果，保证数据准确，从而推动电力机车的安全高效运行。

### 参考文献

- [1]王一博，孙勇伟.浅析过电压对电力机车高压电气设备的影响[J].中国科技博览，2015（6）
- [2]魏琪.过电压对电力机车高压电气设备的影响[J].内燃机与配件.2017(19)
- [3]刘雨欣，张景景，袁琳.基于高压互感器的过分相过电压分析与抑制[J].高速铁路技术，2017，8（03）：28-31.
- [4]王长华.过电压对电力机车高压电气设备的影响[J].黑龙江科学,2018,9(24):114-115.