

# Discussion on Short Circuit Faults and Countermeasures on DC Side of Metro Traction Power Supply System

Zhonglin Fan

Dongguan Noli Electronic Technology Co., Ltd., Dongguan, Guangdong, 523000, China

## Abstract

In the development process of urbanization, the rapid growth of the urban population has brought great pressure to the traffic, and the urban traffic congestion has become a chronic disease. In order to facilitate people's travel and relieve the pressure of ground traffic, the subway emerged at the historic moment. Because the subway has inherent advantages in terms of punctuality and convenience, taking the subway has become an important way of travel for the public, and also plays an important role in the development of the city. However, because the traction power supply system of the subway uses DC power supply, the voltage and current of the DC power supply system are both large, and the short circuit fault on the DC side of the traction power supply system often occurs in the operation process, resulting in the delay or interrupted operation of the train. Therefore, the DC side of the subway traction power supply system should be studied and prevented, so as to avoid short-circuit problems in the subway power supply lines. This paper starts with the DC side of the subway traction power supply system and briefly discusses the causes, type and treatment measures of the circuit.

## Keywords

subway; traction power supply system; DC side; reason; measures

## 地铁牵引供电系统直流侧短路故障及对策探讨

范忠林

东莞市诺丽电子科技有限公司, 中国 · 广东 东莞 523000

## 摘要

在城市化的发展进程中, 城市人口的快速增长给交通带来了巨大的压力, 城市交通拥堵成为顽疾。为方便人们的出行, 缓解地面交通的压力, 地铁应运而生。因地铁在准时性、便捷性等方面具有先天优势, 乘坐地铁就成为大众的重要出行方式, 在城市的发展方面也发挥着重要作用。然而, 由于地铁的牵引供电系统采用直流供电, 直流供电系统电压及电流均较大, 运营过程中常有牵引供电系统直流侧短路故障, 造成列车晚点或中断运营。因此, 要对地铁的牵引供电系统直流侧进行研究和预防, 避免地铁供电线路出现短路问题。论文就从地铁牵引供电系统直流侧入手, 浅谈地铁线路直流侧短路的原因、类型以及治理措施。

## 关键词

地铁; 牵引供电系统; 直流侧; 原因; 措施

## 1 引言

地铁利用地下通道, 节约了地面空间, 在很大的程度上延缓了城市人口的出行压力。但在地铁的运行环节, 也存在着很多隐患, 制约着地铁的运行。地铁供电系统是地铁工程中重要系统之一, 它为地铁列车和各种设备提供电能。在地铁的供电系统中, 直流侧的额定电压 1500V, 如此高的电压供电系统直流侧也易出现短路故障, 造成地铁的供电中断问题。对地铁直流系统短路故障进行分析, 找出故障原因并进

行排查, 保证地铁的顺利运行, 对地铁供电系统的安全性提供保障具有重要意义。

## 2 地铁牵引供电系统概述

电力牵引供电系统是指从电力系统或一次供电系统接收电能, 通过变压、变相或换流(将工频交流变换为低频交流或直流电压)后, 向电力机车负载提供所需电流制式的电能, 并完成牵引电能传输、配电等全部功能的完整系统。牵引供电系统的性能直接影响列车牵引功率的发挥和牵引传动控制系统的性能。现阶段的地铁牵引供电系统一般采用直流电, 直流电具备耗材较少、节省费用的优点, 而且在事故发生后的处理环节比较简便。就使得直流电在地铁供电系统中被广

**【作者简介】**范忠林(1985-), 男, 中国陕西安康人, 本科, 产品总监, 从事电气化铁路中供电系统、轨道相关监测技术领域等研究。

泛应用。牵引供电系统是将交流中压电压经降压整流变成直流 1500V 或直流 750V 的电压，为电客车提供牵引供电。它包括牵引变电所与牵引网，城市地铁供电线路的牵引供电系统通过牵引变电所将三相交流电转变成适用于轨道车辆的低压直流电（750V 或 1500V），经馈电线将直流电输送至牵引网，轨道车辆通过受流器与接触网的直接接触获得电能，由此为电客车供电<sup>[1]</sup>。

### 3 地铁牵引供电系统直流侧电力故障的类型

#### 3.1 金属性短路

在地铁供电系统中，直流侧的金属性短路是指第三轨、接触网等设施 and 走行轨或其他建筑物之间产生金属接触，进而造成绝缘设备出现问题，引起设备故障的现象。还有可能是现在停电后的检修环节，如果检修人员在检修工作结束后没有将接触网的接地线拆除，造成接触网 / 轨和大地短路<sup>[2]</sup>。另外，线路上异物侵入接触网 / 轨，导致短路。

#### 3.2 非金属性短路

在线路短路故障的类型中，除了会有金属性短路状况发生外，还会存在非金属性短路现象，依旧会对供电系统造成严重的影响。非金属性短路是由第三轨和走行轨在电阻短路和绝缘装置出现问题引发的。或是在设备的运行过程中，由于线路使用时间过长，相关设备的绝缘装置出现老化，绝缘层不能保护电路的作用，进而造成电流的泄露，经过相关导电物品，最终流动到电力的负极，引发直流侧短路故障。在非金属性线路短路故障发生之后，由于非金属性产生的电流相对较小，就很难在事故发生之前对故障进行察觉，所以非金属性短路故障造成的危害较之金属性短路更加严重，甚至可能产生电弧，对操作人员造成生命危险。

### 4 地铁牵引供电系统直流侧电力故障的产生原因

#### 4.1 自然原因

在地铁的牵引供电中，正极对地短路是常见的一种故障，地铁供电系统直流侧为了避免线路漏电，具备多种绝缘保护装置。例如，采用对地绝缘的安装方法，在带电金属装置和大地之间设置直流框架电流泄露保护装置。当这些绝缘装置出现老化、破损等现象时，供电设备产生的正极电流就会经由金属设备外壳和大地产生对地短路故障，这就是正极对地短路。在露天的线路中，存在雷击破坏绝缘设备的现象，也会造成接触网和地线之间产生短路。

#### 4.2 操作原因

在电力系统中，也会出现正负极相连，造成供电线路电压瞬间增大，破坏线路造成短路故障。在解控线路的搭建和施工维修过程中，会出现操作人员施工不当造成架空电网和

钢轨接触，施工不当造成的架空线路掉落，接触到钢轨，或者是机车顶部在接触网的操作过程中出现电力线路连接错误等行为时，就会导致电力的正负极直接相通，正负极间没有负载而是直接接通被称为短路现象，一旦发生就会产生上万甚至十几万安的大电流。因此，会产生大量的热量，损毁设备，电弧会将许多元件短时间融化。同时，产生的电流还会带来一定的电磁力，它同样会损坏设备，同样可能造成重大火灾及伤害事件。

#### 4.3 设备原因

在设备的使用过程中，当相关的机电设备、线路装置和绝缘设备等出现故障时，也会造成直流侧短路故障。在相关设备出现故障，造成接触网和走行轨接触，就会造成正极对走行轨短路故障。

### 5 地铁牵引供电系统直流侧电力故障的发现和治理措施

#### 5.1 利用重合闸对线路故障进行判断

在线路的故障对策中，电力检修人员可以利用重合闸对线路进行检查，找出故障位置并进行治理。在线路的治理环节，可以通过对直流母线的电压进行测量，然后将计算结果和标准值进行对比，如果结果在标准值范围内。就表示可以进行合闸，若结果在标准值之外，故障就比较严重，重合闸就不会合并。当重合闸不成功时，线路的故障就是线路出现断裂或者是绝缘设备常出现问题等重大损坏，这时候，如果设置有框架保护系统，就可以试着将相应地区的线路断开，然后通过实施大双边供电，电力系统出现脱扣保护时，相关人员就可以对设备进行检查<sup>[3]</sup>。

#### 5.2 行波故障寻找法

在直流线路短路故障排查中，行波法是常见的一种电力故障检修方法，这种方法通过行波传输对故障部位进行确定，然后进行维修。具体的操作方法是，行波在线路中会以匀速状态传播，这时候如果景观存在故障部位，就会在速度上和时间内产生差异，相关人员就可以通过对行波相关数字进行计算，从而得到故障的位置。这种方法在使用过程中十分简便，而且效率高，十分精准，所以在直流侧短路故障的检测中被广泛应用。但是这种方法也有自身的缺陷，就是相关的设备造价很高，而且设备需要具备一定的操作技术才能使用。

#### 5.3 大电流脱扣保护装置

在直流侧短路故障中，不能单单只进行故障的检修和确定，还要拥有能够在故障发生时能够起到阻断电流作用的相关装置，避免造成更大的危害。大电流脱扣保护能够在电路中电流超标时切断电路，保护线路，也避免造成更大的破坏。在线路发生短路时，会在线路中产生强大的电流，很容易就

会对下路造成重大破坏,如果没有对电流进行阻断,就会造成重大的危害<sup>[4]</sup>。所以,就需要在电流对线路造成破坏之前截断电流。大电流脱扣保护装置内部有电流识别装置,当经过的电流达到一定数值时,就会自动跳闸,进而保护线路。

## 6 结语

在地铁的发展过程中,为大众出行带来了极大的方便,但地铁运行需要电力系统可靠而稳定维持,地铁线路容易出现短路现象,牵引线路直流侧短路故障就是其中之一,在自然、设备和技术等原因的影响下,直流侧会发生金属性短路和非金属性短路两类故障,可以通过性行波法和重合闸等

方法进行检测,然后设置大电流脱扣保护装置进行故障保护,避免直流侧短路故障对地铁供电系统造成更大的危害。

## 参考文献

- [1] 游利平.地铁牵引供电系统直流短路试验调试的探讨[J].科技与创新,2021(12):22-24.
- [2] 徐超群,杨俭,袁天辰.地铁牵引供电系统直流侧短路故障研究[J].计算机测量与控制,2018,26(6):40-42+60.
- [3] 莫斌涛.基于地铁牵引供电系统直流保护特性的接地点优化策略研究[D].广州:华南理工大学,2012.
- [4] 周骏麟.地铁牵引供电系统可靠性在线分析研究[D].上海:上海交通大学,2012.

(上接第31页)

在低频电缆的保护层设置过程中,通常都会采取一点接地的方式,但是如果电缆的频率比较高那么就要采取多点接地的方式,这与其他线路在接地过程中的原理是一致的。如果在一些高频电缆中仍然采取一点接地的方式,那么就容易导致噪声电流比较大,产生严重的噪声污染,对当地居民的日常生活来说是非常不利的。

此外,一定要搞清楚相连接的放大器是否接地,然后再采取相应的连接方式,避免出现错误而影响整个电路正常运行<sup>[1]</sup>。

## 5 结语

综上所述,作者在论文中对其进行了全面的剖析,希望

能够给予大家一些启发,希望大家在阅读论文之后能够将自己的所思所想进行全面的反馈,从而全面推进其发展。

## 参考文献

- [1] 张桂凤,刘丹丹,谢子殿.电路分析中各类电源的处理方法[J].高师理科学刊,2014,34(1):56-58.
- [2] 黄进文.虚拟仪器数字电路仿真技术[M]//滇西学术文丛.昆明:云南大学出版社,2010.
- [3] 刘丙江.实用接地技术[M].北京:中国电力出版社,2012.