

# Subway Power Supply System and Its Common Problems and Solutions

Sheng Pan

Beijing Metro Operation Co., Ltd., Beijing, 100082, China

## Abstract

With the increasing of per capita vehicles in China year by year, the pressure of urban ground traffic is also increasing, and the construction of rail transit not only provides people with more diversified ways of travel, but also becomes the most critical entry point to relieve the pressure of urban ground traffic. In the process of rail transit operation, the power supply system can be said to bear the important energy responsibilities of the normal running of the train, safe opening and closing, and command and control. Once the safety risks occur in the power supply system, the stable operation of the rail transit train will be affected. Therefore, it is of great significance to further explore the stable operation and maintenance scheme of the subway power supply system. This paper mainly analyzes the common problems in the subway power supply system, and explores the solutions to the common problems in the subway power supply system, hoping to provide reference opinions for ensuring the stable operation of the subway.

## Keywords

rail transit; power supply system; solution countermeasures

## 地铁供电系统及其常见问题与解决措施

潘胜

北京市地铁运营有限公司, 中国·北京 100082

## 摘要

随着中国人均持车辆的逐年攀升,城市地面交通的压力也在不断地加大,而轨道交通的建设不仅为人们提供了更加多元化的出行方式,更成为了缓解城市地面交通压力最关键的切入点。在轨道交通运行的过程中,供电系统可谓承担着列车正常行驶、安全开关门、指挥控制等多个方面的重要能源责任,一旦供电系统出现安全隐患,就会影响到轨道交通列车的稳定运行。因此,进一步探究地铁供电系统的稳定运行和维护方案更显得意义重大。论文分析了地铁供电系统中常见的问题,并且就地铁供电系统常见问题的解决对策进行了探究,希望能够为保障地铁的稳定运行提供参考意见。

## 关键词

轨道交通; 供电系统; 解决对策

## 1 引言

在地铁运行的过程中,供电系统主要是为地铁车辆的运作提供电力能源,同时,也为地铁系统的管理提供了相应的电力服务。目前,城市轨道交通已经成了人们日常出行的首选方式,其具有效率较高、客流量较大、运行繁忙等多方面的特征。而地铁供电系统的供应终端在轨道交通运行过程中也较为复杂和多元,大致可以包括外部电源、主变电所以及牵引供电系统、弱电系统这四大部分。考虑到电力能源的稳定供应是保障轨道交通列车顺利运行和安全管理最关键的一步,因此,如何能够有效地维护供电系统的正常运转,便成了轨道交通行业发展过程中应当关注的重要话题。

## 2 地铁供电系统的概述

地铁的供电系统主要是为地铁车辆的运转、地铁系统的监督和管理提供电力能源的重要系统,其在运作的过程中主要包括以下四个方面的内容。

### 2.1 外部电源系统

外部电源系统事实上外部城市电网电源为地铁运转所提供的重要电力来源,考虑到外部电源的供电方式有所差异,因此,根据供电方式的差异性,可以将其大致分为分散式的供电模式、集中供电模式、分散与集中混合供电模式三种类型。目前,在中国的许多一线大型城市中,地铁线路采用的外部电源大多数为集中式的供电方式<sup>[1]</sup>。

### 2.2 主变电所

主变电结构主要是针对地铁供电系统在运转过程中的电力电压进行有效的控制,在绝大多数的情况下,为地铁线路供应的电力电压通常控制在10kV,但也会根据不同地铁

【作者简介】潘胜(1974-),男,中国北京人,本科,高级工程师,从事轨道交通供电及电力系统调度指挥研究。

线路的具体构架、具体用电需求灵活地调整。而主变电所在地铁供电过程中，所接收和输出的电压通常情况下较高，这部分高电压能够被充分地转化和应用到地铁的运行中。但想要实现安全的电力传输，就需要对变电所的电压进行调整和改变，再采用环网系统将其输送到用电终端。

### 2.3 牵引供电系统

牵引供电系统主要是对主变电所提供的一些高电压进行灵活调整和处理的系统。在正常的地铁运转过程中，电压供应相对较高，能够达到750V的直流电压，经过主变电所之后，传输电压基本需要控制在10kV，那么主变电所是如何对高电压进行调节的呢？其中就引入了牵引供电系统，牵引供电系统能够有效地对高电压进行调节，通过将高电压转化为用电终端所需要的正常电压，保障整个地铁系统用电的安全性。

### 2.4 其他供电系统

考虑到地铁的用电终端种类繁多，在地铁运行过程中，除了供车辆运行的外部电源、主变电所以及牵引供电系统之外，还包含了供地铁工作人员和乘客需要的照明供电系统、一些杂散电流的防腐系统等。以照明系统为例，照明系统是整个轨道交通列车在运行过程中最关键的构成部分之一，其承担着提供视觉照明、保障车辆运行以及监督管理安全性的职责。而杂散的电流防腐系统则主要是针对由牵引系统导致的电流泄漏进行控制。通过上文描述可知，牵引供电系统主要是针对主变电所接收的高电压进行转化处理，在转化处理的过程中不免会产生一些杂散电流的泄漏问题，而这些杂散电流在轨道交通内部的乱流和乱窜，会对车道或车站的钢筋结构造成一定的电力腐蚀问题。通过杂散电流的防腐控制，则可以有效地针对这些杂散的微电流进行处理，从而不断提升轨道交通基础设施的整体使用寿命<sup>[2]</sup>。

## 3 地铁供电系统中存在的故障问题与解决对策

随着我国城市地面交通压力的不断增大，人们在日常的出行高峰期经常青睐于选择地铁作为出行方式，地铁具有出行效率更高、单次承载量较大、运行安全等多方面的优势，这也让地铁成为了市民出行的最优选择。但考虑到地铁系统在长期的运作条件下，其供电线路由于外部原因或老化等现象，也会出现各方面的安全问题，通过经验性的总结，可以大致将地铁供电系统的常见故障问题概括为以下五个方面：第一，主变电所的故障问题。主变电所的故障问题通常表现为主变电所的电压值显示为零，除此之外，也可能由于各类类型的外部原因导致主变电所供电的开关无法正常闭合，最终致使整个地铁系统出现局部断电的情况。第二，变压器的故障问题。变压器是整个供电系统中最关键的构件与环节，一旦变压器出现故障问题，就会由于跳闸而引发电压失衡、电流切断等情况。变压器的故障现象以内部故障问题为主，常见的内部故障主要包括变压器部件温度过热、漏磁等。第三，电缆线路存在的故障问题。电缆线路存在的故障问题，

大多数是由于长期使用老化或外力碰撞导致的线路问题，一旦线路在运行过程中出现局部漏电或断裂的现象，就会立刻触动保护性的跳闸。第四，直流短路故障问题。直流短路故障问题，大多数会在地铁供电系统压力负荷过大的情况下发生，当地铁运行用电量过高、供电压力过大，就会导致线路长时间的超负荷运转，从而引发直流短路故障。第五，地铁电缆处的故障现象。地铁电缆处的故障现象可能是由于安装过程中引发的电缆问题，比如在电缆的接口处处理不当，就可能会由于接口处的衔接不稳固而出现故障问题。再比如，电缆由于长时间的应用也会出现线路老化、绝缘故障，尤其是考虑到轨道交通电缆长期处在较为恶劣的运行环境中，极有可能会引发电缆的老化与其他故障问题，最终影响到主变电所与牵引变电系统的正常运转<sup>[3]</sup>。

而针对上文描述的常见故障问题，也可通过对应性的解决措施保障地铁供电系统的稳定运行。第一，在日常的运行维护检查工作中，多针对容易出现故障问题的主变电系统、变压器系统进行维护与检测。以变压器系统为例，在检查工作中，应当确保供电采用的电压在变压器的运行负荷能够承受的范围之内，确保变压器能够发挥稳定的调节作用。除此之外，还应当针对变压器的绝缘油使用情况进行检测，当绝缘油用量不足时，就应当及时添加，通过日常的清洁维护、损伤检测等方式，保障变压器设备的稳定运转。第二，针对直流短路等故障问题，应当在日常的维护管理工作中，确保直流一侧保护装置的工作性能，可通过定期检测与不定期抽检相结合的方式，有针对性地对直流短路故障预判。第三，针对电缆的老化以及衔接问题。首先，需要在电缆施工的过程中，确保施工人员的专业素质，保障电缆接口的规整性。其次，在电缆正式通电使用之前，查看电缆的接口是否完好、是否存在裂痕或破损的问题。最后，在电缆投入运行之后，也需要时常进行针对性的排查工作，针对其中存在的老化部分或裂痕部分，应当及时进行更换处理。第四，针对接触网进行防范。接触网区域应当始终保持干净与清洁，同时，在安装施工的过程中，也不可强硬地采用外力进行处理，不能导致接触网出现弯曲、膨胀等情况。第五，作为轨道交通的供电系统运行和监督工作部门来说，应当注重日常的维修检测与监督管理工作，能够承担维修检测与监督管理的责任与义务，确保整个供电系统能够实现高质量的安全供电。

## 4 加大地铁供电系统管理力度的有效路径

### 4.1 对供电设备定期检测与维护

考虑到地铁的供电系统在运转的过程中离不开设备的安全运作，一旦其中的衔接设备环节出现问题，地铁的供电将会失去稳定性。因此，如何做好对于供电设备的定期检测与维护工作，就成为了地铁供电系统管理过程中应当关注的重要问题。而目前，常见的供电系统设备问题主要是由于设备长期应用老化、设备运行环境恶劣所引发的问题，针对这样的情况，一方面，在供电设备运行检测的过程中，检测人

员应当做好对于每一次设备情况的记录工作,能够将设备存在的问题、设备的新旧情况记录在案,从而为后续设备的管理与更换提供有效的参考数据。另一方面,还应当通过定期检查、排查的方式,对于一些老旧的设备、存在问题的设备或线路进行及时的更换,确保设备在无阻碍的情况下正常运转,通过提早排查,确保设备能够在供电过程中稳定运行,从而为人们的安全出行提供供电保障<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 提升供电系统管理人员的专业素质

地铁供电系统的运转与管理工作的对于管理人员的专业素质要求极为严格,不仅仅需要管理人员在工作过程中具备高强度的专业素质和相关知识,更需要其秉持着认真以及严谨的工作态度,才能及早地发现并排查供电系统在运转过程中存在的各类细节问题。尤其是考虑到我国城市轨道交通的建设规模持续地扩大,在供电系统运转的过程中,其中包含的设备以及线路繁杂众多,在监管的过程中如果监管人员在态度上懈怠,就容易出现管理不到位、监管盲点的现象。而很多年龄偏大的供电系统办公人员,在日常监管的过程中由于缺乏专业素质和相关的理论知识,无法更好地满足供电系统在检修工作中的真实需求,尤其是应对一些突发性的断电或短路情况时,也无法第一时间找到问题源头,不能对突发性的供电问题采取合理的解决方式。而针对这样的现象,作为轨道交通供电系统的检修管理部门来说。首先,要持续提升供电系统检修管理人员的专业素质,能够通过日常的远程视频学习、常见案例学习等方式,针对一些常见的短路断路问题、电力设备运转问题进行了解,从而能够在第一时间发生供电问题时排查源头。其次,要加大职业道德教育工作力度,针对轨道交通列车存在的一些供电事故进行公开学习,让供电系统的安全检测人员了解到供电系统在轨道交通列车运行过程中扮演的重要价值,从而帮助其树立严谨认真的工作态度,不放过任何一个监管的细节。最后,应当持续提升监督管理工作人员的检查水平与监督力度,进一步完善与健全地铁供电系统设备相关管理的规范以及体系,能够让监督管理工作的开展有据可依,同时,在发现供电系统运行问题时能够及时反馈,在第一时间解决问题<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 加强防范与预警

考虑到轨道交通的供电系统规模庞大,在供电的过程中涉及的供电终端、电力设备以及电缆线路众多,因此在日常的排查过程中,则应当加强对于电力系统运作问题的防范

力度。以电力线缆的故障问题为例。首先,在日常的防范过程中,应当针对电力线缆和电力设备铺设的图纸归纳清晰,能够在检修过程中熟悉不同设备、不同线缆以及不同控制盘柜的具体安装位置。其次,了解电路线缆中的电力输送的具体类型。分辨不同电力线缆在运作过程中属于交直流电路、电力运行的电压高低,从而在故障问题发生的第一时间,准确地找到线缆故障位置。最后,在前期的电缆敷设过程中,考虑到线缆众多在接口区域应当前后错开,不同电缆的接头处也应当具有明确的标志,标注牌应明确不同线路的具体编码,如果线缆并无编码,也应当在标志牌上标明线缆的具体型号、电缆采用的规格、电缆敷设的起始地点,通过这样的防范方式能够在线缆敷设前期就保障线缆敷设的正确性以及衔接的稳定性,避免空间上的交叠。这样不仅能够达到电力线缆敷设整齐美观的作用,同时,还能够为后续的检修管理工作提供更加开阔的检修空间。

## 5 结语

随着城市化的速度持续的加快,轨道交通的建设规模也在不断地扩大。目前,轨道交通已经成为广大市民日常出行最优的选择,而地下轨道交通系统的兴起也让城市交通出行更加便捷。但轨道交通的运行离不开供电系统的稳定运转,只有确保供电系统的安全科学供电,才能为轨道交通列车的正常运行提供重要的电力来源。因此,在轨道交通地铁供电系统的管理工作中,更应当通过定期检测供电设备运行情况、提升检测人员专业素质、做好预警预判等多措并举的方式,从源头上规避供电系统存在的各类型故障问题,为轨道交通的稳定运转保驾护航。

## 参考文献

- [1] 胡子超.地铁接触轨供电系统安全性能评估方法研究[J].中国储运,2024(10):207-208.
- [2] 左大军.地铁供电系统的可靠性和安全性分析方法研究[J].冶金管理,2023(17):82-84.
- [3] 穆泓冰,王永利,杨宇鹏.地铁车辆电气系统中牵引与辅助供电系统的故障与检修方法[J].中国设备工程,2023(11):182-184.
- [4] 谷梦勤.地铁牵引供电系统的评估和故障处理研究[D].上海:上海应用技术大学,2023.
- [5] 范广.地铁供电系统变压器保护及故障分析[J].中国设备工程,2023(8):157-159.