

# 地铁供电系统中环网供电技术的运用

陈建军

济南城市轨道交通6号线总承包项目部

**摘要:**随着城市化进程的不断加快,人们生活水平的逐渐提升,私家车辆也越来越多,导致交通堵塞问题频发,严重影响着人们的日常出行。在这种情况下,地铁的出现使人们出行变的非常方便快捷。地铁路线逐渐遍布城市各个地方,但在地铁运行过程中,供电系统是否具有可靠性、灵活性及安全性是非常关键的,其中环网供电技术的应用就恰恰满足了地铁供电的需求,确保了地铁能够长期正常的运行。基于此,本文主要分析了环网供电技术在地铁供电系统中的应用。

**关键词:**地铁; 供电系统; 环网供电技术

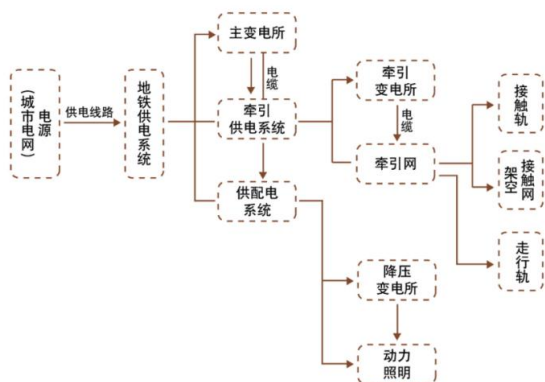
**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.02.075

## 引言

随着城市化建设步伐的加快,在城市市政建设中地铁建设项目也渐渐的成了重点内容,而地铁想要正常的运行,电力资源是最基本的保障,所以电力供应也是确保地铁系统运行的关键组成部分。在城市当中,由于地铁工程项目有着低污染、高运输效率的优势,因此被广泛的应用于城市的各个地方,既为人们的日常出行带来了很大便利,而且还有效改善了城市环境。地铁是否能够正常运动离不开供电系统,因此保障供电系统的可靠性及灵活性是至关重要的,而环网供电技术的应用和地铁的供电需求相符,有效增强了地铁运行的安全性和稳定性。

## 一、地铁供电系统概述

保障地铁各项电力设备的安全稳定运行,确保电力资源的充足是供电系统的主要任务。通常情况下,地铁的供电系统主要由城市电网所引入的电力资源和地铁内部的供电系统两个部分组成。前者对于地铁运行的供电方式主要分为分散式供电、集中式供电及混合式供电三种,后者则还包括主变电所和公共配电系统等。



## 二、环网供电概述

### (一) 环网供电技术概述

通常情况下,在城市地铁供电系统中,主干线采用的都是环形线路,这种环形线路是闭合的,其起点和终点都连接于同一条母线。电力技术人员为了使供电系统更具灵活性和安全性,一般会对单母线分段,并在此基础上,来连接环路每端和不同母线段。同时还应该对电流保护、纵差保护等装置进行设置,从而更加保障环网供电系统运行的正常性及稳定性。现阶段,在地铁供电系统中,开环和闭环是最为常见的环网供电技术类型,其中闭环供电在地铁供电系统中用的最多,这是因为闭环供电能够连续的供电,使地铁运行的可靠性得到了保障<sup>[1]</sup>。

### (二) 应用此技术的准则

第一,隔离准则。供电系统能否可靠的运行直接关系着地铁运行的安全性和稳定性,因此为了确保地铁不会由于其中一个环节出现问题而全部瘫痪,安全隔离准则是供电系统必须要遵守的,在其中设置保护开关,当配电线路出现问题时,保护开关就会发挥它的作用,将其隔离开,以此来保障主干线即使在系统出现问题的情况下也能稳定运行。

第二,均衡性准则。根据供电区域的差异,环网又可分为多个子单元,设置供电子单元确保了电力系统运行的稳定性和可靠性,因为它不仅能够使所有线路互不干扰,还能够使它们之间互相支撑,同时还保障了用电负荷分配的均衡性。此外,为了增强地铁运行的可靠性,还应该对供电范围进行划分,只有这样才能对及时对线路故障的数据信息进行了了解,从而及时处理。

第三,互补性准则。从环网供电概念中可以看出,在构建环网供电系统时,其载体是环形的供电网络,变压器是核心,地铁运营整个体系为基本点,从而确保即使某一线路出现故障也不会对地铁的正常运行造成影响。环网供电方案是通过互相连接的方式来达到不同线路之间互补的目的,有效的对单一供电方案的不足之处进行了弥补。

### 三、地铁环网供电技术的应用形式

根据地铁不同的环网技术功能,环网网络可以划分为两种,即牵引供电网络和动力照明供电网络,牵引供电网络顾名思义其环网网络供电依靠的是牵引变电,而动力照明供电网络依靠的是降压变电。当前我国城市

轨道交通工程中最常用的就是牵引照明混合网络和牵引动力照明独立网络两种形式。其中牵引照明混合网络在为牵引变电所和降压变电所同时提供电能时依靠的是公用电源电缆，并且使用的是统一等级的电压。而牵引动力照明独立网络则不同，它的优势就在于两个网络之间相对来说会比较独立，互相不会受到很大的影响，所采

用的电压可以是不同等级的，也可以是同一等级的<sup>[2]</sup>。如果供电系统采用的是集中式的，可以采用牵引动力照明混合网络也可以采用独立网络。但是如果采用的是分散式的供电系统，那么就只能使用牵引动力照明混合网络。既有城市轨道交通中环网供电技术的应用情况具体见如下表1。

表1 既有环网供电技术应用形式

环网供电技术形式	集中式供电方案			分散式供电方案
	牵引动力照明网络相互独立	牵引动力照明混合网络		牵引动力照明混合网络
牵引网络电压等级 (kV)	35 (33)	35 (33)	10	10
动力照明网络电压等级 (kV)	10	35 (33)	10	10
应用实例	上海地铁1. 2. 3. 4号线等	南京地铁1. 2. 3号线, 广州地铁1. 2. 3. 4号线	武汉地铁1号线, 天津地铁1号线等	北京地铁1. 2. 13号线、八通线, 大连轻轨等

**(一) 独立牵引网络加独立动力照明网络接线形式**

在这种接线形式中的主接线，牵引变电所选择的是单母线，出线和进线都应用短路器，并且由同一变电所的不同母线引出两个独立电源（两个主变电所之间的牵引变电所由两侧不同的主变电所引出两个独立电源）。在对环网供电形式进行确定时，最重要的就是选取合适的电压等级，这是因为城市轨道交通线路用电负荷成线状分布。如相比于35kV电压的负荷力矩10kV的要较小，电压的供电距离在集中式供电系统中会受到制约，因此为了使10kV环网供电的负荷力矩得到降低，可以将牵引供电系统和动力照明供电系统的中压网络设置成两个独立的。假如电压等级采用35kV和10kV两种，就会出现很多的输变电环节，并且配电线路也会十分繁杂，可能会缩减变压器和配电线路的使用寿命。

**(二) 牵引动力照明混合网络接线形式**

在集中式供电系统中，可以采用牵引动力照明混合网络，其应用的是统一等级的电压，此种接线形式中，中压网络的接线方式采用的是双线环网，从最近的主变电所的不同母线中，每一个供电分区可以引入两个中压电源。在主接线开关形式选择上，牵引降压混合变电所、牵引变电所可以选择分段单母线加母线分段开关形式，而降压变电所可以选择单母线加母线开关形式，也可以取消母线分段开关<sup>[3]</sup>。在集中式供电系统中一般不会采用10kV混合网络电压等级，虽然它具有较低的造价，但是它的供电距离较短，而且负荷力矩也较小。常常会应用35kV混合网络电压等级，虽然和10kV相比它的造价会较高，但是它的供电距离会比较长，负荷力矩也会比较大。而在分散式供电系统中，由于10kV混合网络电压能够和城网电力的资源共享，因此采用的会比较多，但在这种环网供电形式所需要的城网中压电源会比较多。

**四、环网供电技术在地铁供电系统中的应用要点**

地铁的出现在很大程度上使人们出行的需求得到了满足，已经逐渐成为城市交通中非常重要的交通工具。而供电系统是否可靠直接关系到地铁能否正常运行，其也是确保地铁各项用电设备稳定运行的关键条件。所以为了使地铁供电综合质量得到加强，技术人员应该全面了解环网供电技术的应用要点。首先就是主变电所，为了使环网供电技术的能效能够充分发挥出来，地铁在对供电系统进行设置时，应该结合自身实际的运行需求，来对主变电所进行设置。为了使供电更加便利，通常都会将主变电所规设在车站周围，并且还会对电路进行合理的分段，引入电缆线路；第二就是中压网络。在对中压网络进行设置时，要确保线路的敷设具有较强的安全性、发展性、低耗性及稳定性，因为中压网络是联系主变电所、牵引与降压变电所最关键的线路，只有这样才能增加供电环境的高质性，将环网供电技术的优势体现出来；第三就是牵引供电系统。沿线电力系统在牵引供电系统敷设过程中是非常关键的部分，因此技术人员对其应该加以重视，强化牵引网络的质量，对牵引变电所进行有效关联，将环网供电技术的作用充分发挥出来，只有这样才能确保牵引供电系统敷设的合理性，使地铁运行的需求得到满足；最后，供配电系统。供配电系统能够使地铁运行所需要的电力更具安全性、稳定性及高效性，其是环网供电技术应用过程中最为关键的部分，它能够地为地铁运行中用电设施的稳定性提供保障，将配电系统的自身功能发挥出来，从而使地铁运行更加可靠<sup>[4]</sup>。

**五、环网供电技术在地铁供电系统中的应用**

**(一) 加强对环网供电技术和环网系统应用设计工作的重视度**

在设计环网供电线路应用方案时，想要保障环网供

电系统应用的灵活性和可靠性，一方面，在一定程度上设计方案要具备较强的经济性、可靠性及可操作性。另一方面，要严格的根据相关标准和要求来设置供电系统及牵引供电容量，而且要准备备用设备。特别是对于独立性的电源设备，如果在遇到突发状况时，可以作为应急措施。另外，环网供电系统的设备容量要与最大负荷量相符，以便于在主变电站发生问题时，备用主变电站可以承担起相关线路照明或者地铁运行工作，对事故问题进行妥善处理。同时，铺设的环网供电系统线路还需要实现不同线路之间的互补，这就要求在铺设线路之前，要先合理的规划设计供电线路，对每一条供电线路的分段数量和分段点进行明确，并且要将线路可能会发生的故障问题考虑在内，并制定有效的解决措施，从而避免后期不必要的维修和保养工作。需要强调的是，在分段规划线路的主干道时，需要对地铁用电保障措施加以重视。可以将自动化设备设置在所需要的配电线路中，这样在故障发生时能够及时的排除或报警，为了确保地铁能够正常的运行，不会受到故障的影响，一定要隔离故障位置和主线路。

### （二）对环网供电方式进行综合运用

环网供电技术应用下的供电方式主要分为故障运行方式、应急运行方式、正常运行方式三种。故障运行方式指的是变电站或是第二次分配电，如果两者或者其中一方由于故障而发生了停电的情况，另一方就需要提供故障保护，有效调动相关故障区域的负荷用电，以此来确保地铁供电系统能够稳定、安全的运行。如果两个主变电站其中的一个或者是两个都出现故障而造成停电，就会应用应急运行方式，其主要使用的主变电站正常的一侧，也可以在调整环网开关后，来促使故障区域负荷时供电系统正常运行。另外一种就是正常运行方式，也就是在地铁被正常使用时，并且在确保电力资源从城市用电站输送过来和在第二次分配都处于正常情况的基础上，来实现电力资源的供应<sup>[5]</sup>。

### （三）做好环网接线工作

在环网接线工作实际开展过程中，为了保障用电量以及满足电力资源的供应，那么就要有效连接两个分别独立的系统和线路，两个相对独立的电源通过这种方法就能连接于同一个变电站的两个母线，使得出线 and 进线都可以遵循断路器来开展工作。在明确供电方式之后，还要对电压等级进行合理设置。拿负荷力矩来说，35kV相比于10kV电压会更大，因此在开展集中供电时，由于存在电压供电距离问题，还需要分别设置牵引和动力照明系统，两者之间形成独立的中央网络。这样也能够对环网供电系统在10kV电压下所存在的电压不足情况进行妥善处理。如果两种系统的电压是不同的，那么就

会增加运输环节的压力，使配电线路变的更加复杂，因而对线路造成不必要的损耗。

### （四）后备线路的敷设和应用

对于地铁供电系统来说，其日常运行的稳定性能够确保地铁运行的电力资源供应。因此相关电力技术人员要将后备线路的敷设问题考虑到地铁供电系统的设计当中，这样也能够保障环网供电系统和环网供电技术的应用，使供电系统能够更加安全、稳定的运行。受到闭环系统的影响，可以减少地铁供电系统中可能存在的断电频率，简化处理电力资源调度的流程和步骤，防止由于电力调度失衡而发生的一系列异常情况。利用敷设后备线路来保障供电系统电力资源供应的质量和效率。

### （五）对中压交流环网系统进行应用

在地铁供电中应用中压交流环网系统，使供电网络体系依靠动力照明能够在一定程度上独立出来，这样也能够使得在今后的地铁供电系统运行过程中形成以混合式为主的供电网络系统。如果要设置中压网络，在对线路进行设计时就要结合地铁运行的实际情况来开展，地铁的动力照明系统要和牵引供电系统互为备用线路，这样另一方在一方由于短路等因素出现故障时就能够及时的承担起故障一方的供电负荷，在线路的最终端位置也可以将电压损失减少百分之五左右<sup>[6]</sup>。

### 结束语

总之，将环网供电技术有效的应用于地铁供电系统中，能够满足地铁的实际电力资源使用需要，增强了地铁运行的安全性和稳定性，使城市的交通压力得到了缓解，为人们的日常出行提供了很大便利。

### 参考文献

- [1] 范广. 试论地铁供电系统中环网供电技术及环网电缆安装施工[J]. 新型工业化, 2022, 12(10): 17-20+33.
- [2] 王浙. 地铁供电系统中环网供电技术的实践[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2020, (11): 186-187.
- [3] 刘二江. 地铁供电系统环网供电技术的应用研究[J]. 科技创新与应用, 2019, (29): 165-166.
- [4] 林钰杰. 环网供电技术在地铁供电中的应用论述[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019, (10): 86.
- [5] 张亮. 关于环网供电技术在地铁供电中的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019, (22): 17-18.
- [6] 张航. 地铁供电系统中环网供电技术的应用论述[J]. 住宅与房地产, 2019, (15): 236.