

# 城市轨道交通电力系统故障及应对措施

章榕峰

江苏中车机电科技有限公司 江苏 南通 226000

**摘要：**城市轨道交通电力系统中存在多种故障，包括输电线路故障、转换站设备故障和地下电缆故障。针对这些故障，需采取相应的应对措施进行预防、检修与维护，以及紧急处置。随着持续改进与未来趋势，故障监测与预警系统和新技术应用将在城市轨道交通电力系统中发挥重要作用。

**关键词：**城市轨道交通；电力系统；故障及措施

引言：城市轨道交通电力系统作为现代城市运输的重要组成部分，其稳定运行对于保障城市交通安全和便利至关重要。然而，由于不可预测的因素和设备老化等原因，系统中可能会发生各种故障，如输电线路故障、转换站设备故障和地下电缆故障等。为了确保系统的正常运行和供电可靠性，针对这些故障需要合理的应对措施。

## 1 城市轨道交通电力系统故障分析

### 1.1 输电线路故障

城市轨道交通电力系统的正常运行对于城市交通的稳定和安全至关重要。然而，输电线路故障是城市轨道交通电力系统中常见的问题之一。以下是对输电线路故障的分析。首先，输电线路故障可能是由于线路老化、设备故障或外部因素等原因导致的。输电线路长期运行和恶劣的环境条件会导致线路材料老化和电气设备失效。此外，外部因素如强风、雷击、树木破坏等也可能导致输电线路故障。其次，输电线路故障会导致电力系统的中断和供电中断。当输电线路发生故障时，会导致电力系统断电或部分断电，使得轨道交通运营受到影响，造成交通拥堵和服务中断。这不仅给市民的生活带来不便，还可能对城市的经济和社会秩序产生影响。此外，输电线路故障可能引发火灾和安全隐患。当输电线路出现短路故障时，可能会产生高温和火花，引发火灾，给人员和周围建筑物带来安全隐患。这需要及时故障排除和快速应对，以防止事故的发生和扩大。

### 1.2 转换站设备故障

城市轨道交通电力系统是保障城市交通运行的重要组成部分，而转换站作为市轨道电力系统中的关键设备，其故障会对系统的供电稳定性和线路运行产生影响。以下是对转换站设备故障的分析。首先，转换站设备故障可能是由于设备老化、电气元件故障或人为操作失误等原因引起的。随着设备的长期运行和使用，设备的各种部件可能会出现老化现象，电气元件容易受到电流过载、

过电压和短路等因素的影响而损坏。此外，人为操作失误也可能导致设备的故障和损坏。其次，转换站设备的故障会导致电力系统的中断和供电中断。转换站负责将高压电力转换成适用于轨道交通的直流电力，当转换站设备故障时，会导致供电中断或供电质量下降，影响轨道交通的正常运行。这会给城市交通带来诸多不便，给市民生活造成影响。此外，转换站设备故障可能引发火灾和安全隐患。电气设备故障时会产生高温和火花，这可能引发火灾，给人员和设备安全带来威胁。在电气设备短路或过载时，还可能导致设备的爆炸和烧毁，造成人身伤害和财产损失。

### 1.3 地下电缆故障

市轨道电力系统中的地下电缆是承担电力输送和供电功能的重要组成部分，但地下电缆故障也是系统中常见的问题之一。以下是对地下电缆故障的分析。地下电缆故障可能由多种原因引起，包括断线、短路、绝缘损坏等<sup>[1]</sup>。常见的故障原因包括电缆材料老化、环境条件恶劣、电缆安装质量不佳、外力破坏等。这些因素可能导致电缆的电气性能下降，无法正常传输电力。地下电缆故障会导致输电中断或电力供应中断，对轨道交通运行产生影响。当地下电缆发生故障时，可能导致供电中断或部分线路停电，影响轨道交通的正常运行。这不仅给市民的出行带来不便，还可能导致交通拥堵和线路运营的延误。地下电缆故障还可能引发火灾和安全风险。地下电缆故障时可能产生高温和火花，并可能引发火灾。除此之外，地下电缆故障可能导致电压异常、电击风险等安全隐患，对周围人员和设施构成威胁。

## 2 城市轨道交通电力系统故障应对措施

### 2.1 预防措施

为了确保城市轨道交通电力系统的稳定运行和供电安全，预防故障的发生至关重要。以下是一些预防措施。

(1) 定期检查与维护：定期对轨道电力系统的设备、

线路和电气设施进行检查和维护。这可以包括定期的巡视、清洁设备、紧固连接件、设备的绝缘检查等。通过定期检查和维护，可以及早发现和解决潜在问题，确保设备和线路的正常运行。（2）强化设备的监测与预警：利用先进的监测技术，对轨道电力系统中的关键设备进行实时监测。监测参数如温度、电流、电压等，以及设备的振动、噪音等指标，以察觉异常和趋势演变。预警系统可以提前预测并报告潜在的故障，以便采取相应措施。（3）健全防护和绝缘措施：加强对电力系统设备和线路的防护措施，如防雷装置的安装和绝缘材料的维护。通过合理设计和设备选择来降低外界环境对设备的影响，保护设备和线路的安全运行。（4）加强设备安全培训与操作规范：对工作人员进行设备安全操作培训，确保操作规范，提高工人安全意识。此外，建立并贯彻正确的操作规程和标准，增强操作人员对设备使用的操控能力和安全风险的识别。（5）建立应急预案和快速措施：制定并实施应急预案，详细规定在故障发生或突发事件时的应对措施。培训维修人员和相关工作人员，确保他们掌握快速排除故障和紧急修复的技能。同时，保持现场维修设备和所需材料的充足储备，以便迅速恢复电力供应。

## 2.2 检修与维护策略

为了确保城市轨道交通电力系统的正常运行，及时的检修与维护是必不可少的。以下是一些检修与维护策略。（1）定期的巡视检查：进行定期的巡视检查，对电力系统的设备和线路进行检查，目的是发现和解决潜在问题。巡视检查应包括设备外观、电气连接、绝缘状态和设备的机械运行等方面。通过定期巡视检查，可以及早发现问题，防止潜在故障的发生。（2）清洁和维护：定期对设备进行清洁和维护，以确保设备的正常运行和良好的工作状态。这包括清除设备表面的尘垢、清理绝缘材料、润滑机械部件等。清洁和维护有助于延长设备的寿命，提高设备的可靠性和稳定性。（3）定期的保养和校准：对电力系统的设备进行定期的保养和校准。这包括设备的紧固件的检查和调整、电流和电压的检测与记录等。保养和校准有助于确保设备和线路的正常运行，防止设备故障和损坏。（4）更换老化和损坏的部件：及时更换老化和损坏的设备部件，确保设备的正常运行<sup>[2]</sup>。定期检查和检测设备部件的健康状况，如果发现部件老化、电气元件失效或机械部件损坏等问题，应及时更换。（5）建立健全的记录和档案：建立健全的设备检修和维护记录和档案，记录每次检修和维护的具体内容和日期。这有助于掌握设备的历史维护情况，及时发现设备的问题和故障，提高设

备管理的科学性和规范性。

通过以上的检修与维护策略，可以保证城市轨道交通电力系统的可靠性和供电的稳定性。除了定期的巡视检查、清洁和维护外，还要及时更换老化和损坏的部件，并建立健全记录和档案来追踪设备的维护历史。这些措施需要有专业维修人员进行操作和实施，并与相关管理部门和供电单位密切合作。通过有效的检修与维护策略，可以最大程度地减少故障发生，维护城市轨道交通电力系统稳定运行的持续性和可靠性。

## 2.3 紧急处置措施

在城市轨道交通电力系统中，及时的紧急处置措施可以最大程度地减少系统故障的影响，并迅速恢复电力供应的持续性和可靠性。以下是一些紧急处置措施。（1）快速定位故障源：首要任务是迅速定位故障源。利用故障监测设备和系统监控，分析故障报警信息和现场人员的反馈，确定故障发生的位置和范围。这有助于快速评估故障的严重性，并制定相应的应急计划。（2）迅速采取应急措施：根据故障类型和程度，迅速采取必要的应急措施。例如，切断故障电源或部分线路，以防止故障继续蔓延或扩大。对于安全风险较大的情况，启动紧急停电程序，确保人员和设备的安全。（3）协调与通知：及时与相关部门和单位进行沟通和协调，共同应对故障和采取紧急措施。同时，及时更新和通知相关人员、运营方和乘客等，以便他们获得必要的信息和指导。（4）调配维修人员：迅速调配维修人员和相关技术人员，组织和指导他们在紧急情况下进行故障排除和修复工作。维修人员应该有足够的技能和装备，以应对各种故障情况。（5）快速修复和恢复：在故障修复和排除过程中，应优先处理能够迅速解决问题的部分。如果故障范围较大或需要更多时间修复，可以考虑采取临时措施，如临时供电措施，以确保电力供应的持续性。（6）故障分析和改进措施：当故障被稳定排除后，应进行故障分析，找出导致故障的原因，并采取相应的改进措施，以防止类似故障再次发生。同时，也应对整个紧急处置过程进行评估和总结，以不断提高应急响应和故障处理的能力。

通过以上紧急处置措施，可以最大限度地减少故障对城市轨道交通电力系统的影响，并尽快恢复电力供应的稳定性和可靠性。对于紧急处置，需要在维修和调度人员的高效配合下，及时采取行动，并与相关部门和单位保持紧密合作。同时，及时的故障分析和改进措施也应成为持续改进和系统优化的一部分。

## 3 持续改进与未来趋势

### 3.1 故障监测与预警系统

故障监测与预警系统在城市轨道电力系统中的应用是一个持续改进的领域。以下是对故障监测与预警系统的持续改进与未来趋势的分析。(1) 精确化和智能化: 随着传感技术和数据处理能力的不断提升, 故障监测与预警系统将趋向于更加精确化和智能化。通过更加高精度的传感器和算法, 系统可以更准确地监测电力系统的状态, 并提前发现故障的迹象。同时, 结合人工智能和大数据分析, 可以提高预警系统的准确性和响应速度。

(2) 远程监控与操作: 未来的故障监测与预警系统将趋向于远程监控与操作。借助无线网络和云平台技术, 运维人员可以通过远程终端实时监控电力系统的状态, 并进行操作和控制。这将大大提高故障的响应速度和人员的安全性, 并降低维护成本。(3) 数据驱动的预测维护: 随着大数据的应用, 故障监测与预警系统将趋向于数据驱动的预测维护。通过对历史数据和实时数据的分析, 可以预测设备的寿命和可能的故障, 制定针对性的维护计划。这有助于在预定的时间维护设备, 避免计划外的故障和停机时间。(4) 故障智能诊断与修复: 未来的故障监测与预警系统将发展为能够进行智能诊断和修复的系统。通过结合机器学习和专家知识, 系统可以学习和识别不同类型的故障模式, 并给出相应的修复方案。这将提高故障处理的效率和准确性, 减少人工干预的需求。(5) 开放性和互联互通: 故障监测与预警系统将趋向于开放性和互联互通。不同厂商的设备和系统能够互相连接和交换数据, 实现整个电力系统的综合协同监测与管理。这将提高整个城市轨道交通电力系统的整体可靠性和安全性。

### 3.2 新技术应用

持续改进和创新是城市轨道交通电力系统发展的重要驱动力, 新技术的应用将为系统运行和电力供应带来更多的机遇和挑战。以下是对新技术应用在城市轨道电力系统中的持续改进和未来趋势的分析。(1) 可再生能源的集成应用: 随着可再生能源技术的不断发展和成熟, 将其与城市轨道交通电力系统集成应用, 是未来的一个重要趋势<sup>[3]</sup>。太阳能、风能等可再生能源可以作为城市轨道交通电力

系统的补充能源, 降低对传统能源的依赖, 并减少对环境的不利影响。(2) 大数据与人工智能的应用: 大数据与人工智能的应用将推动城市轨道交通电力系统的智能化发展。通过对电力系统的大数据进行分析和挖掘, 可以实现系统运行状态的实时监测和预测, 以及故障自动诊断和修复。这有助于提高系统的效率、可靠性和安全性。

(3) 物联网的连接与监控: 物联网技术的应用将实现设备和系统的连接与监控。通过传感器和连接设备, 可以实现对城市轨道交通电力系统各部件的实时监测和状态反馈。这有助于快速发现潜在故障和进行远程操作, 提高系统的可控性和运行效率。(4) 光伏发电与储能技术: 随着光伏发电和储能技术的成熟, 其城市轨道交通电力系统中的应用将日益增多。光伏发电可以转换太阳能为电力资源, 为系统提供清洁且可再生的能源。储能技术则可以将多余的电力储存起来, 并在需要时释放, 实现能源的平衡和调配。(5) 电动化与智能充电系统: 城市轨道交通电力系统的电动化趋势将进一步加强。随着电动车辆的普及, 智能充电系统的应用将变得更加重要。通过智能充电系统, 可以实现对充电过程的监控和管理, 提高充电效率和充电设施的可持续发展。

结语: 对于输电线路故障, 预防措施可以降低故障的发生率; 检修与维护策略可以及时发现和解决问题; 紧急处置措施可以迅速恢复电力供应。持续改进与未来趋势中, 故障监测与预警系统和新技术应用将发挥重要作用。通过科学运用这些措施, 城市轨道交通电力系统能够更加安全可靠地为城市居民提供便利的交通服务。

### 参考文献

- [1] 张玉晖, 彭诚斌, 黄学勇. 电磁干扰对城市轨道交通直流供电系统的影响与防护策略. 电力系统自动化, 2021.45(05): 90-97.
- [2] 肖华, 汪培凤. 地铁供电系统故障监测与诊断技术综述. 低压电器, 2020.56(01): 81-88.
- [3] 张旺, 徐学东. 城市轨道交通电力供电系统故障规律与维修策略研究. 电力系统自动化, 2019.43(09): 151-156.