

# Analysis and Countermeasures of Alarm in Electrical Fire Monitoring System of Rail Transit

Haifeng Mu

Chongqing Rail Transit Group, Chongqing, 401120, China

## Abstract

In order to solve the problem of alarm in the electrical fire monitoring system of rail transit, by analyzing the different wiring modes of the residual current detector and the low-voltage distribution system, find out the various sources of alarm, and point out the method to solve the alarm of the electrical fire system from the design and construction specifications.

## Keywords

electrical fire; residual current; alarm; monitoring system

# 轨道交通电气火灾监控系统误报警分析及解决对策

穆海峰

重庆轨道交通集团, 中国 · 重庆 401120

## 摘要

为解决轨道交通电气火灾监控系统出现的误报警问题, 通过分析剩余电流探测器同低压配电系统配合的不同接线方式, 找出误报警的各种来源, 从设计及施工规范方面指出解决电气火灾系统误报警的方法。

## 关键词

电气火灾; 剩余电流; 误报警; 监控系统

## 1 引言

轨道交通电气火灾监控系统是一种用来监测电气火灾并及时报警的安全防护系统, 又称为漏电火灾报警系统或电气安全智能监控系统。系统监测保护对象为轨道交通车站变电所 400V 低压开关柜馈线回路, 对馈线回路的漏电电流、温度进行实时监测。当被监测电气回路出现异常状态时, 只报警不切断电源, 同时系统对电气火灾回路做出故障定位和分析, 是一种主动预防的电气设备系统<sup>[1]</sup>。电气火灾监控系统通过探测被监控回路的剩余电流和温度实现对电气回路的提前预警和报警监测, 轨道交通电气线路中往往存在不平衡电流以及线路和电气设备正常的泄漏电流, 即正常态剩余电流, 正常态剩余电流在电气火灾监控系统的监测范围设定的定值之内, 一般不会触发系统报警<sup>[2]</sup>。在实际运行当中, 经常出现低压馈线回路未发生任何电气故障, 但电气火灾监控系统出现报警情况, 即误报警。电气火灾误报警的发生, 对正常轨道交通运营生产造成不小影响。论文通过全面分

析误报警原因, 结合实际应用, 提出几种解决误报警的方法对策。

## 2 电气火灾监控系统组成及原理

### 2.1 系统构成

轨道交通电气火灾监控系统(如图 1 所示)一般采用两级结构, 即主机层级和监控单元同探测器层级。主机安装在车控室, 监控单元及探测器安装在变电所 400V 开关柜内, 探测器包含剩余电流式电气火灾监控探测器和测温式电气火灾监控探测器。监控主机、监控单元和探测器采用 RS485/PBUS 方式连接, 变电所内配置的电气火灾监控单元通过消防二总线接入监控主机, 监控主机可以有就地\远方的显示功能和报警功能。监控主机通过以太网线连接到综合监控设备室综合监控系统的 FEP 上, 在车站级综合监控系统人机界面上实现监视报警功能, 通过综合监控系统的主干传输网络上传至控制中心综合监控系统实现远程的监视报警功能。在实际运用中, 系统监控的重点在车站的两级结构中即监控主机及监控单元<sup>[3]</sup>。

### 2.2 系统原理

剩余电流式探测器以零序电流互感器为核心, 在监测使用当中, 将被监测回路的三相线 A、B、C 与中性线 N(零线)

【作者简介】穆海峰(1981-), 男, 中国山西大同人, 本科, 高级工程师, 从事轨道交通建设项目管理、供电系统专业技术研究。

同向一起穿过电流互感器，探测器通过监测流过互感器的电流矢量和，计算回路的剩余电流。正常情况下，电气回路各相电流的矢量和等于零，当发生漏电等故障时，故障电流使互感器感应出电压，并输出电压信号，从而测出剩余电流<sup>[4]</sup>。剩余电流探测器监测接线图如图2所示。

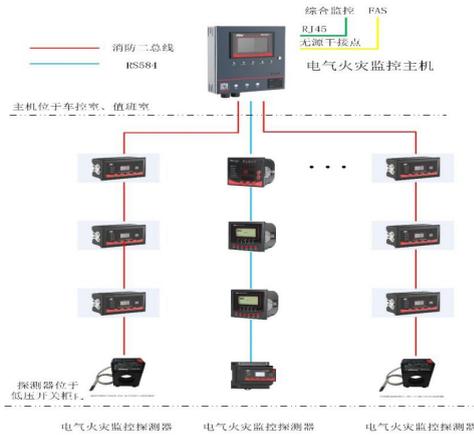


图1 轨道交通车站电气火灾监控系统图

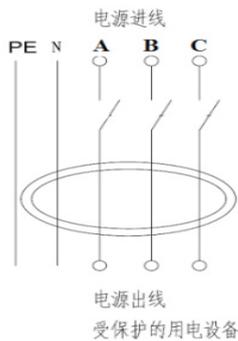


图2 剩余电流探测器监测接线图

测温式电气火灾监控探测包括信号处理单元和测温传感器。测温传感器测量被保护线路的温度参数变化，一般由热敏电阻或红外测温元件等组成。信号处理单元接收传感器温度参数的测量数据，并对数据进行分析处理。测温元件一般固定在馈线电缆或者馈线回路分支母排上，并采集监测回路所在线缆温度。测温式电气火灾监控探测接线图如图3所示。



图3 测温式电气火灾监控探测接线图

当电气回路中的电流、温度等参数发生异常时，终端探测头（如剩余电流互感器、温度传感器等）利用电磁感应原理、温度效应的变化对该信息进行采集，并传输到监控探测器里，经放大、A/D转换、以及CPU对变化的幅值进行分析、判断，并与报警设定值进行比较，一旦超出设定值则发出报警信号。同时，监控单元将数据输送到监控主机中，经主机识别、判定，当确认可能会发生火灾时，监控主机发出火灾报警信号，点亮报警指示灯，发出报警音响，同时在液晶显示屏上显示火灾报警等信息。

### 3 误报警原因分析

电气火灾监控系统在实际使用中存在较多误报警情况，尤其是剩余电流探测方式的电气回路，因涉及到低压出现的接线与终端负荷的接线方式，所以90%的误报警出现在有电流互感器穿过监测的电气回路当中。轨道交通一般采用TN-S接地系统，所以低压配电系统零地接线问题是导致误报警问题主要原因。总体来讲有两大类：一是被监测回路在电流互感器穿入接线方式有误；二是被监测回路在配电端或者负荷终端接线方式有误。

#### 3.1 零序电流互感器穿入接线方式错误导致的误报警分析。

在轨道交通建设施工过程中，由于接线不规范或者未按要求接线，在400V开关柜端被监测电气回路在互感器中穿过相线，漏穿N线，导致互感器不能正常监测剩余电流，如图4所示。

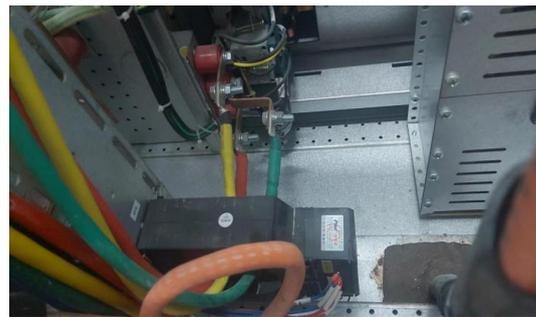


图4 被监测回路接线漏穿零线图

被监测回路在400V馈出接线端接线未按要求接线，在电流互感器中穿过相线、N线、地线（PE线）。

被监测回路的N线与相线未从同一个方向穿过电流互感器，导致互感器不能正常监测剩余电流，出现误报警情况。被监测回路接线零线未同向穿互感器零线如图5所示。

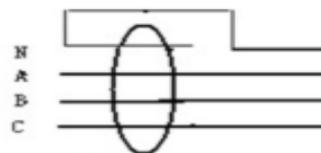


图5 被监测回路接线零线未同向穿互感器零线图

### 3.2 监测回路在配电端或者负荷终端接线方式有误分析

被监测回路在 400V 馈线端正确穿过剩余电流互感器后，零线（即 N 线）没有同地线严格的分开，或者有 N 线重复接地的情况，如图 6 所示。

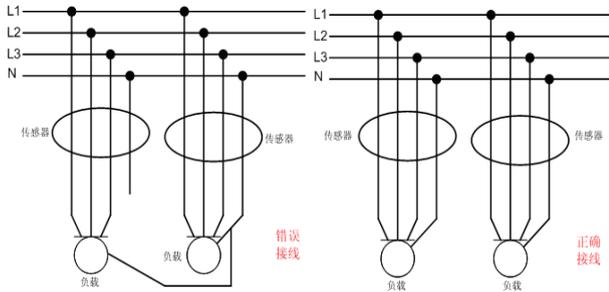


图 6 被监测回路接线零线重复接地

存在双电源切换的被监测回路正确穿过互感器后，两个回路的 N 线在双电源切换箱处有短接的现象，如图 7 所示。

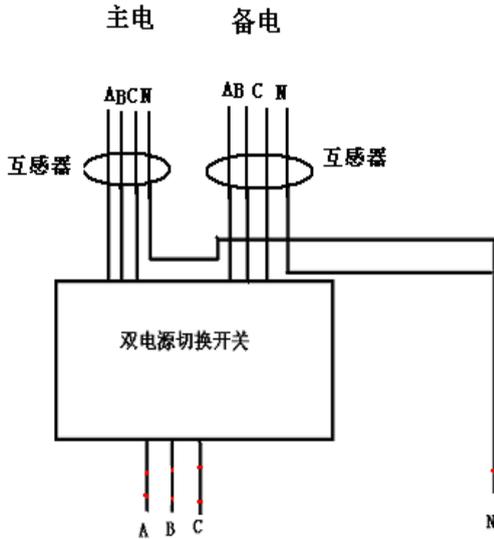


图 7 被监测回路接线零线混接

低压负荷终端零线重复接地，零线同地线混搭接线，三级配电系统零线混搭使用，互感器出现剩余电流导致误报警，如图 8 所示。

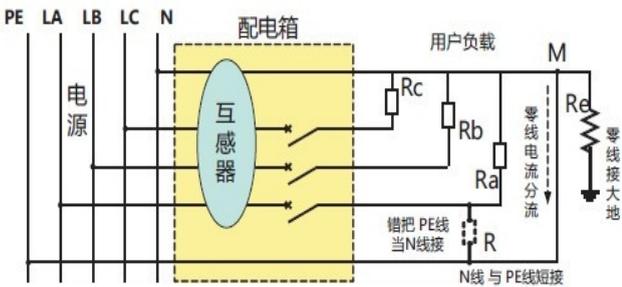


图 8 被监测回路终端负荷零线混搭

被监测负荷端 N 线与 PE 线在 M 点碰接，造成零线重

复接地，零线电流分流，没有全部经互感器返回，会产生了剩余电流。

N 线与 PE 线混用（或搭错母排），错误将 PE 线当零线接入，人为造成漏电（上图图中 R 负载情形）产生了剩余电流。

不同被监测回路终端负荷零线地线混搭如图 9 所示。

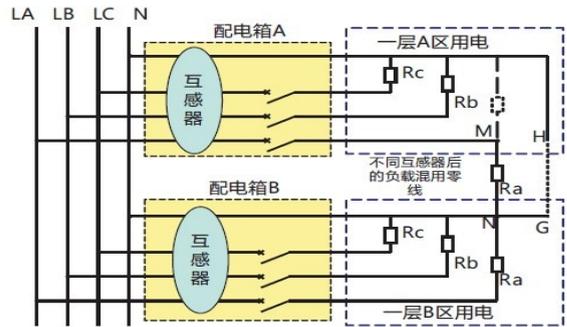


图 9 不同被监测回路终端负荷零线地线混搭

不同监测回路的配电箱出线的零线（N 线）跨区混用（图中 Ra 借用给 B 区，虚线为正常接线），产生剩余电流。

不同监测回路的配电箱出线的零线（N 线）并接（图中 HG 虚线），或通过其他途径间接搭接，产生剩余电流。

被监测回路存在双电源切换情况，在双电源切换开关处，切换开关只切相线不切零线，接线时主备电源零线不通过切换开关，直接引到零线排上，这就会出现不同供电线路的两跟 N 线有短接的现象，N 线会持续有回流电流，电流互感器会测得很大的漏电流。

## 4 电气火灾监控系统误报警解决方法

电气火灾监控系统出现误报警大多数是在有剩余电流探测器监测的电气回路当中，上面分析了被监测回路的接线正确与否决定了系统监测能否正常使用<sup>[5]</sup>。因此，我们从规范接线和合理设计两个途径去考虑解决。

### 4.1 规范接线方面

在轨道交通建设过程中，应做好电气火灾监控系统同供电系统实施配合协调工作，做好两个系统相互要求的技术交底工作。在 400V 馈线端，低压配电系统接线应严格按照剩余电流探测原理要求，相线零线同时同向穿入电流互感器中；在配电回路中，双电源切换装置、有电负荷终端设备接线，应做到同一回路零地接线不短接，如照明及应急电源（EPS）供电回路；不同回路零地线接线不短接、不混搭。低压系统接线安装在实施完成后，应配合电气火灾监控系统要求，进行接线的正确性排查，方可申请受电。

### 4.2 合理设计方面

#### 4.2.1 不同系统间合理设计

存在有双电源切换的电气回路当中，低压配电系统存在使用 3P 开关，前面分析了在主备回路切换中，只切相线未切零线情况，如交直流屏、通信信号设备供电回路，出现

类似情况往往是在项目实施设计期配电系统同电气火灾系统设计未适应匹配,如配电系统采用 4P 开关<sup>[2]</sup>,就可以避免出现因设计双电源切换开关不合理而造成电气火灾监控系统误报警。

#### 4.2.2 电气火灾系统自身合理设计

电气火灾监控系统可以根据被监控回路的负荷的实际情况,在设计层面上确定是使用剩余电流探测方式还是感温探测方式。在实际轨道交通建设过程中,对于如区间环控风机负荷,环控水泵负荷本身容易出现零线地线重复接地情况,针对此类负荷回路,可以考虑使用感温探测的方式进行监测,从而避免使用剩余电流探测出现误报警问题。对于易出现三相负荷不平衡回路,如照明回路,可以采取针对照明回路单独提高监测单元设定的定值,来避免出现误报警问题。

总之,解决轨道交通电气火灾监控系统中存在的误报警问题,应贯穿于轨道交通供配电供配电电气火灾监控系统

项目实施全过程,从设计层面进行合理性源头避免,从施工层面进行技术性规范避免。除此以外,在后续轨道交通运营生产中,加强对电气火灾监测系统的维护和管理,根据监测回路的用电负荷的变化,对电气火灾监测单元模块定值优化修正,通过技术手段和管理手段相结合,有效地避免误报警问题的发生,提高电气火灾系统的准确性和稳定性。

#### 参考文献

- [1] 赫亮.电气火灾监控系统在地铁中的应用及技术分析[J].中国设备工程,2021(13).
- [2] 韦寒苍,姚明阳.轨道交通电气火灾监控系统报警分析与处置措施[J].电子制作,2021(24).
- [3] 黄炳,韩佳,周涛林.剩余电流式电气火灾监控系统研究[J].信息与电脑(理论版),2019(24).
- [4] 陈小梅.电气火灾监控系统设计探讨[J].机电信息,2013(24).
- [5] 赵克季.电气火灾监控系统中的多种漏电检测探讨[A].2012中国消防协会科学技术年会论文集(下)[C].2012.