

城市轨道交通车站剩余电流式电气火灾 监控探测器误报原因分析

严亚波

(中铁二院工程集团有限责任公司, 610031, 成都//工程师)

摘 要 从城市轨道交通车站剩余电流式电气火灾监控探测器的的工作原理入手,分析了剩余电流式电气火灾监控探测器产生误报的共性原因及个性原因:共性原因主要为末端设备切换装置的选型有误和末端接地系统的选择有误,个性原因主要为电缆施工引发的系统误报。针对产生误报的原因提出了减少剩余电流式电气火灾监控探测器误报的建议。

关键词 城市轨道交通;车站;剩余电流式电气火灾监控探测器;误报原因

中图分类号 U231.8

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.06.039

Cause Analysis of False Alarm of the Residual Current Electrical Fire Monitoring Detectors in Urban Rail Transit Station

YAN Yabo

Abstract Starting with the fundamentals of residual current electrical fire monitoring detectors, the common reasons and individual reasons of false alarm of the residual current electrical fire monitoring detectors are analyzed. The common reasons are mainly the problems of terminal equipment switch device type selection and terminal earthing system selection, and the individual reasons are mainly the system false alarming caused by cable construction. Targeting the reasons of false alarming, reasonable measures to reduce the false alarm of residual current electrical fire monitoring detector are proposed.

Key words urban rail transit; station; residual current electrical fire monitoring detectors; false alarm causes

Author's address China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 610031, Chengdu, China

随着电气火灾监控系统在城市轨道交通中的应用,相应系统的误报亦时有发生。系统误报的频发让车站运营人员无法分辨电气火灾是否真正发生,甚至延误电气火灾发生后的抢修时间,引起更加严重的事故。在电气火灾监控系统设计中,剩余

电流式电气火灾监控探测器的使用最为广泛,系统误报率相对亦较高。本文从剩余电流式电气火灾监控探测器的工作原理入手,对其可能的误报原因进行分析,并提出合理的措施,避免误报的发生。

1 剩余电流式电气火灾监控探测器工作原理

根据 GB/T 2900.18—2008《电工术语 低压电器》^[1]中的定义,剩余电流是通过剩余电流保护器主电路的电流瞬时值矢量和的有效值。实际工程中,剩余电流一般是指低压配电线路中各相(含中性线)电流矢量和不为零的电流。

在城市轨道交通中,剩余电流的产生一般源于线缆、设备的绝缘破损,导致线缆间、线地间电流通过。当漏电发生时,漏泄的电流在流入大地途中,如遇电阻较大的部位时,会产生局部高温,致使附近的可燃物着火,从而引起火灾。此外,漏电点产生的漏电火花,同样也会引起火灾。

剩余电流式电气火灾监控探测器一般设置于车站低压柜馈线回路,主要通过电流互感器监测被保护线路中的剩余电流值。当剩余电流达到报警设定值时,根据 GB 14287.2—2014《电气火灾监控系统 第2部分:剩余电流式电气火灾监控探测器》^[2]规定,电气火灾探测器应在 30 s 内发出报警信号,点亮报警指示灯,非独立式探测器的报警指示应保持至与其相连的电气火灾监控设备复位,独立式探测器的报警指示应保持至手动复位。

2 剩余电流式电气火灾监控探测器误报原因分类

城市轨道交通线路一般车站众多,在排除由于绝缘破损所引起的正常系统报警外,一般各车站均可能发生共性的系统误报与个性的系统误报。

其中,共性的系统误报一般指各车站统一类型的低压柜馈线回路,如通信、信号等系统用电回路。由于此类型设备通常在全线范围内统一设计,故共性的系统误报一般由该设备引发。

个性的系统误报一般出现问题的随机性较大,其大多为电缆施工问题。对于此类问题,可能的原因较多,需要根据实际情况具体分析。

3 由车站低压柜馈线回路末端设备引发的系统误报分析

由设备引发的系统误报的主要原因为末端设备切换装置选型有误与末端接地系统选择有误。

3.1 末端设备切换装置选型引发的误报

地铁车站低压配电中,一般一级负荷就地设置双电源切换装置。根据 GB/T 16895.10—2010《低压电气装置 第4-44 部分:安全防护电压骚扰和电磁骚扰防护》^[3] 中的描述,具有不当三级开关的三相转换供电电源将在中性线上引起不期望的环流。

当中性线上引起环流后,设置于低压柜主、备用馈线回路的剩余电流式电气火灾监控探测器将受环流影响,剩余电流测量值显示为线路中各相(含中性线)电流与不期望的环流的矢量和。一般不期望的环流值电流较大,将超过电气火灾监控系统报警阈值而触发报警,甚至对应低压柜备用回路在未投入使用的情况下,也会触发电气火灾监控系统报警。

此种误报一般多见于弱电、变电所所用电末端采用一级负荷的切换装置。通常此类设备在全线范围内选型一致,且所有出现该类误报的回路在全线范围内亦一致,可通过将切换装置换为4P(三火一零接线)进行解决。

3.2 末端设备接地系统选择引发的误报

地铁车站低压配电接地系统均采用 TN-S 系统(有专用保护零线的中性点直接接地系统)。若该系统末端设备采用 TN-C 系统(工作零线(N 线)与专用保护线(PE 线)合并的系统),将 TN-C 系统中 PEN(保护中性)线接入接地端子排,将会导致一部分中性线电流流入接地端子排,而非自中性线返回。地铁线路中各相(含中性线)电流值矢量和将受此部分电流影响,若其超过系统报警阈值,则会引起误报。

此种误报一般多见于弱电系统专业,可将末端系统改为 TN-S 系统解决。

4 由电缆施工引发的系统误报分析

电缆施工引发的系统误报的主要原因为电缆敷设与接线有误。

4.1 馈电电缆不正确接入电气火灾互感器引发的误报

剩余电流式电气火灾监控探测器主要通过测量穿过其电流互感器的线缆电流值矢量判断是否发生电气火灾。电缆中所有相线、中性线均须穿过电流互感器才能保证剩余电流的测量精度。而与此相关的接线错误一般又分为以下3类:

1) 电流互感器中中性线未穿过,此时电流互感器测量值为三相电流矢量和。对于照明、插座等单相负荷而言,无法保证三相电流绝对平衡,且电流互感器测量值易超过报警阈值。

2) 电流互感器中 PE 线穿过时,电流测量值为三相电流及中性线和地线电流的矢量和。地线非载流线,一般无电流通过,但有可能受外界的影响。此接线情况下误报率相对不容易超过报警阈值,但报警精度大大降低。

3) 电流互感器中中性线未按正确方向穿过时,因一般低压柜内相线母排与中性线母排间隔较远,有发生此种误报的可能。在此种接线情况下,电流互感器测量值将变为三相电流矢量和与中性线电流矢量差。在三相负荷不平衡的情况下,电流互感器测量值易超过报警阈值。

此种误报一般须统一梳理。统一排查低压柜馈电回路接线,在其按正确的方式修改接线后,一般误报即可排除。

4.2 电缆 PE 线与 N 线不正确接线引发的误报

剩余电流式电气火灾监控探测器一般设置于低压柜馈线末端。低压柜馈线末端配电箱、柜接线内 PE 线与 N 线不正确接线一般亦会引起系统误报,常见情况如下:

1) 不同低压馈电回路 N 线混接,一般将导致不期望的环流。类似于第3.1节,将同时干扰所有 N 线混接低压馈线回路中电流互感器的测量值。

2) 同一低压馈电回路 N 线与 PE 线混接,一般将导致一部分中性线电流流入 PE 线,类似于第3.1节,将同时干扰所有相应低压馈线回路电流互感器的测量值。

3) 同一一级负荷低压馈电主、备用回路末端 N 线接反,一般将导致主用低压柜馈电回路中性线电

流自备用低压柜馈电回路 N 线回流至低压柜,导致主、备用馈线回路电流互感器测量值均产生误报。

此种误报一般须统一梳理,通过排查末端进线电缆回路接线,在按正确方式修改接线后,一般误报即可排除。

5 电气火灾误报故障排除实例分析

经运营方反馈,贵阳市某轨道交通车站低压柜馈线回路剩余电流式电气火灾监控探测器报警。经现场读数,馈线回路剩余电流如表 1 所示。

表 1 整改前馈线回路剩余电流测量值
Tab.1 Residual current measurement of feeder circuit before rectification

| 回路号 | 名称 | 剩余电流测量值/A |
|-----|------------|-----------|
| 1 | 照明回路 | 1.5 |
| 2 | 弱电配电回路(主用) | 1.3 |
| 3 | 弱电配电回路(备用) | 1.1 |

由表 1 可见,这 3 个回路均超过剩余电流式电气火灾监控探测器报警阈值。而经现场检查,未发现线路、设备有不正常漏电现象,经初步判断,此为误报。

经核查低压柜内电气火灾监控系统剩余电流互感器接线,发现回路 2、3 接线正确;回路 1 未将 N 线接入电流互感器,回路 1 由于为照明回路,三相不平衡现象较为严重,符合本文第 4.1 节中的问题描述,故需修改电流互感器穿线。

经核查弱电配电回路末端,发现该末端采用 3P(三火线接线)自带切换装置,而回路 2、3 为其主、备用回路。通过测量中性线电流,发现主、备用回路电流均为 1 A 左右,符合本文第 3.1 节中的问题描述,故需将其切换装置修改为 4P。同时对全线此类回路进行排查。

馈线回路整改完成后,其现场读数如表 2 所示。由表 2 可见,这 3 个回路剩余电流测量值趋于正常,故可排除该故障。

6 减少电气火灾系统误报的建议

根据引发电气火灾误报的原因分析,在城市轨道交通车站设计、施工时,建议采取以下措施:

- 1) 末端设备在设计和选型时,应注意核查设备双电源切换装置类型,以及设备的接地形式。
- 2) 城市轨道交通电缆施工时,应认真检查电气火灾监控系统相关线缆的接线,如应对低压柜馈线

表 2 整改后馈线回路剩余电流测量值
Tab.2 Residual current measurement of feeder circuit after rectification

| 回路号 | 名称 | 剩余电流测量值/A |
|-----|------------|-----------|
| 1 | 照明回路 | 0.2 |
| 2 | 弱电配电回路(主用) | 0.3 |
| 3 | 弱电配电回路(备用) | 0 |

处电气火灾监控系统剩余电流互感器、末端设备进线等位置,严把施工质量关。

7 结语

电气火灾监控系统通过预报警,以及在轨道交通车站中对其合理设置,实现对剩余电流的监控,避免由剩余电流引起的电气火灾损失。根据引发电气火灾误报的原因分析及修改建议,可将电气火灾误报概率降低,使该系统真正发挥作用。

参考文献

[1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 电工术语 低压电器: GB/T 2900. 18—2008 [S]. 北京:中国标准出版社,2009:34.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People’s Republic of China, Standardization Administration of the People’s Republic of China. Electrotechnical terminology. Low voltage apparatus: GB/T 2900. 18—2008 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2009:34.

[2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 电气火灾监控系统 第 2 部分:剩余电流式电气火灾监控探测器: GB 14287. 2—2014 [S]. 北京:中国标准出版社,2015:2.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People’s Republic of China, Standardization Administration of the People’s Republic of China. Electrical fire monitoring system-Part 2: residual current electrical fire monitoring detectors: GB 14287. 2—2014 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2015:2.

[3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 低压电气装置 第 4-44 部分:安全防护 电压骚扰和电磁骚扰防护: GB/T 16895. 10—2010 [S]. 北京:中国标准出版社,2011:19.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People’s Republic of China, Standardization Administration of the People’s Republic of China. Low-voltage electrical installations-Part 4-44: protection for safety-protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances: GB/T 16895. 10—2010 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2011:19.

(收稿日期:2020-04-17)