

角形铁绝缘烧损分析及整体绝缘技术的应用

邹超荣

西安铁路信号有限责任公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要:城市轨道交通项目中转辙机普遍采用基础角钢方式安装, 基础角钢中的长角钢通过角形铁(L铁)与基本轨连接, 在长角钢与角形铁之间设置绝缘件, 从而将长角钢与钢轨隔开。在轨道交通运营过程中, 会出现角形铁处出现闪光、火花, 绝缘件起火烧毁的现象, 从而引发设备故障, 危机行车安全, 严重影响列车运营效率。本文通过阐述城市轨道交通项目线路本身的牵引回流特点, 分析既有分体式角形铁绝缘结构的特点, 说明了安装装置角形铁绝缘烧损的原因。介绍了整体绝缘角形铁的结构、优势及特点, 最后介绍了整体绝缘角形铁在轨道交通项目中的应用情况。

关键词: 角形铁; 烧绝缘; 整体绝缘; 安装装置

Analysis of Insulation burning of Angle Iron and Integral Insulation Angle Iron Application

Zou Chaorong

Xi'an Railway Signal Co., Ltd., China Shaanxi Xi'an 710000

Abstract: In the urban rail transit project, the switch machine generally adopts foundation angle steel installation. Long angle steel in the base angle steel is connected with the stock rail through the angle iron (L-Iron), and it is separated by insulator arranged between the long angle steel and angle iron. During the operation of Rail Transit, Flash and spark will appear in the angle iron, and the insulator will burn down, which will lead to equipment failure, endanger the safety of train operation and seriously affect the efficiency of train operation. This paper describes the characteristics of traction backflow of urban rail transit lines, analyzes the characteristics of the split angular iron insulation structure, and explains the reasons for the burning of the installation angular iron insulation. This paper introduces the structure, advantages and characteristics of integral insulating angular iron, and finally introduces the application of integral insulating angular iron in rail transit projects.

Keywords: Angle iron; Burn insulation; Integral insulation; Installation device

1 概述

城市轨道交通项目中转辙机安装装置普遍采用基础角钢安装方式, 基础角钢通过角形铁与道岔基本轨连接, 角形铁组件中设置有绝缘件, 绝缘件将道岔转换设备与道岔隔开, 从而保证道岔区段轨道电路的运用。目前, 转换设备安装装置绝缘方式为分体式绝缘结构, 即采用 C 绝缘板、绝缘管将长角钢与基本轨隔绝, 如图 1 所示。长角钢上下两个安装面放置 C 绝缘板, 长角钢上的螺栓孔中放置绝缘管。

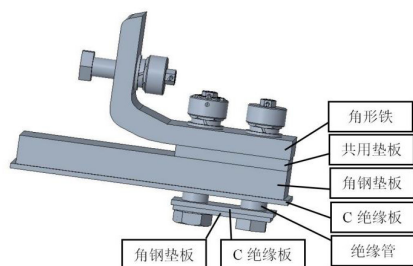


图1 分体式绝缘结构角形铁结构

图 2 为分体绝缘结构角形铁组件的所有零件, 零件种类较多, 组装后结构之间存在空隙, 使用过程中, 空隙间会进入具有导电性能的杂物如灰尘, 减小了爬电距离, 容易引起绝缘失效。



图2 分体绝缘结构角形铁各零部件

这种绝缘结构比较复杂, 而且结构之间存在的空隙易进入具有导电性能的杂物, 减小了爬电距离, 且绝缘片、绝缘管易老化和断裂, 从而无法保证可靠的绝缘性能。为保证设备正常运用, 需要定期对其进行分解、检查。不但维护工作量大, 影响运输生产, 而且时有破损现象发生, 在城市轨道运行中, 还出现角形铁处出闪光、起火, 绝缘

烧毁等现象发生,造成行车事故或轨道电路红光带故障,影响运输效率,危及行车安全。

2 角形铁烧绝缘原因分析

2.1 地铁牵引回流

城市轨道交通中普遍采用直流供电制式的机车,供电电压通常为直流 1500V^[1]。为了有效利用现有设备,节省投资,直流牵引供电系统中往往采用钢轨作为负回流导体。机车由接触网(轨)供电,电流经钢轨回流,通过回流电缆流回整流器组的负母线,如图 3 所示。

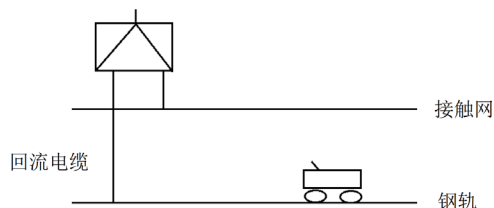


图3 轨道交通项目牵引供电系统示意图

牵引回流系统由钢轨、回流电缆、钢轨电位限制装置、单向导通装置、排流柜以及道床、隧道结构钢筋等组成的,各部分相辅相成,共同构成了牵引电流的回流通路,保证牵引电流常规情况和故障情况下都能顺利回流到电源负极。

2.2 回流不畅引起的烧绝缘、烧螺栓问题

城市轨道交通的轨道回流最大电流可达 1000A,设有专门的轨道回流装置,但并不能 100% 将电流回流入负极,存在杂散电流^[2]。尤其在列车在启动和停车时,杂散电流值往往大于 100A。以北京地铁为例,根据列车启动时排流柜支路的实测结果,杂散电流均在 100A 到 150A 之间,这些杂散电流就会从回流系统的绝缘薄弱处流过,从引起薄弱处的绝缘件击穿、烧毁。分体绝缘角形铁存在的绝缘件之间的空隙即为绝缘的薄弱点,其设计的目的是用于隔绝轨道电路的电压及电流,避免两钢轨导通产生红光带。根据 TB/T1445,轨道电路的电压不超过 10V,电流不超过 10A^[3],但轨道交通项目中轨道线路因回流不畅产生的杂散电流值往往大于 100A,大大超出了分体绝缘结构角形铁可承受的能力,从而引起角形铁配置的绝缘件被击穿、烧毁。

3 整体绝缘技术角形铁

3.1 整体绝缘技术角形铁的研制

为了消除分体式绝缘角形铁的结构空隙,并提升绝缘件的绝缘、耐压等级,杜绝角形铁被击穿、烧毁的隐患,需要在绝缘结构、绝缘材料方面进行提升。

3.1.1 结构上的提升

结构上的提升要考虑消除结构空隙,为此,需要将绝

缘件和角形铁做成一体,即可消除结构空隙。整体绝缘角形铁即是将角形铁需要绝缘的部分表面以及连接孔处,整体压塑一层具有足够抗压和抗冲击强度的绝缘层,制成具有整体绝缘功能的角形铁。如图 4 所示,整体绝缘角形铁的上绝缘层厚度大于 6mm,下面绝缘层厚度大于 9mm,其余绝缘层厚度大于 4mm。其安装方式和安装尺寸与现场目前使用的角形铁完全相同,不需增加任何零件即可在现场进行互换。

3.1.2 绝缘材料选型

为了提高绝缘电阻和绝缘耐压,查阅和收集了大量绝缘材料的相关资料,了解和基本掌握了这些材料的性能和加工工艺。历经小件模压试验、简易模具模压试验和成型模具模压试验的比选,最终优化确定了本方案使用的电气用纤维增强不饱和聚酯模塑料(BMC)。

整体绝缘角形铁用的绝缘材料,其吸水率 $\leq 0.2\%$,远低于同类型绝缘材料,因此浸水或雨淋后,其绝缘耐压几乎无损失,经检测体积电阻率 $\geq 10^{12}\Omega \cdot m$,远高于 TB/T2927-1998《高分子材料钢轨绝缘件》所规定的 $20M\Omega \cdot cm$,表面电阻率 $\geq 10^{12}\Omega$,绝缘电阻常态下 $\geq 10^{13}\Omega$,浸水状态下 $\geq 10^{12}\Omega$ 。

绝缘材料和钢的热膨胀系数基本相同,因此两者能实现相同的收缩和膨胀,有效避免了在温差大的环境中产生裂纹,以及与钢芯的剥离。

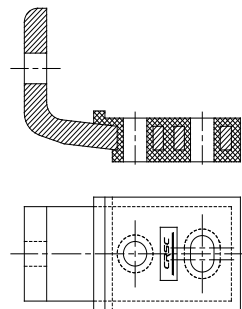


图4 整体绝缘角形铁

整体绝缘角形铁实现绝缘件与角形铁的一体化,可替代既有分体绝缘部件的角形体,提高道岔区段轨道电路的运用可靠性,提高了道岔安装装置和轨道绝缘的耐压等级,防止牵引供电烧损信号设备。



图5 整体绝缘角形铁

3.2 整体绝缘技术角形铁的优势

图 5 为整体绝缘角形铁的实物图, 整体绝缘角形铁具有以下特点:

(1) 采用新材料、新工艺实现了绝缘整体化, 大幅提高了道岔安装装置和轨道的绝缘耐压等级。现有分散式绝缘的绝缘耐压不足 3000 伏, 整体式绝缘的绝缘耐压超过 8000 伏。

(2) 绝缘层材料采用具有高强度、耐机械冲击特点的高分子材料, 通过专用模具塑压一体成型, 减少了组成零部件的数量, 便于施工安装, 减少了施工难度和安装疏漏等现象发生, 提高了安全性。

(3) 整体绝缘零件在交变湿热 12 天后, 在高温高湿条件下的绝缘电阻不小于 $100\text{M}\Omega$ 。

(4) 整体绝缘零件浸水 24 小时后, 擦干晾干 1 小时, 绝缘电阻不小于 $1000\text{M}\Omega$ 。

(5) 可承受交流正弦波 50Hz、8000V 有效值电压, 历时 1min, 泄漏电流不大于 5mA, 无击穿或闪络现象。

(6) 无需增加任何零件即可与现场既有角形铁互换。

(7) 使用寿命长, 寿命期内免维护。



图6 整体绝缘角形铁的安装

整体绝缘角形铁大幅度提高了角形铁绝缘的耐压等级, 发挥其阻止牵引供电侵入信号设备的作用。由于绝缘体系中的各绝缘件电气、机械性能的提高, 使道岔安装装置和轨道绝缘的整体运用可靠性有大幅度增长。

图 6 为整体绝缘角形铁在现场的安装。

3.3 整体绝缘角形铁在轨道交通项目应用

广州地铁 3 号线同和站, 线路营运繁忙, 检修争分夺秒, 设备故障会显著影响列车运营效率, 影响广大市民出行, 从而招致大量投诉。

使用整体绝缘角形铁之前, 线路时常发生角形铁绝缘起火、烧毁情况, 遇到此种情况, 列车必须立即停止, 进行检查、维修, 故障排除后, 车辆才能安全通过岔区。此外, 绝缘值不达标也是经常发生的故障现象。角形铁结构

的道岔均采用角钢安装方式, 道岔框架变化会引起角形铁绝缘件被挤裂、破碎, 从而影响道岔绝缘电阻值, 也更容易导致绝缘件被轨道牵引回流击穿、烧毁。

广州地铁 3 号线同和站首先试用整体绝缘角形铁, 共 1 组, 使用 3 个月, 期间工作人员定期对产品进行 200 兆欧以上, 取得良好的效果。试用期结束后, 广州地铁 3 号线又安装 10 组道岔进行扩大安装试验, 截止到目前, 产品使用情况良好。

整体绝缘角形铁实现了免维护, 避免了定期对安装装置绝缘件的分解维护, 大大降低轨道交通线路现场维护工作量和成本, 减少了对线路正常运营的干扰, 为运营单位创造可观的经济效益, 对推进信号维护方式的改革能够起到积极推进的作用。目前, 整体绝缘角形铁已经普遍应用于广州地铁、深圳地铁、长沙地铁等轨道交通线路中, 普遍反馈效果良好。

4 结语

分体式绝缘角形铁结构无法保证可靠的绝缘性能, 尤其对于城市轨道交通来说, 地下潮湿环境, 杂散电流的应用环境, 加剧了绝缘问题的产生。

分体式角形铁绝缘件烧毁、击穿问题主要是由轨道回流问题原因造成。整体绝缘角形铁可以避免城市轨道交通中烧绝缘现象发生。整体绝缘角形铁可以显著减少现场维护人员的工作量。

整体绝缘角形铁大幅度提高了绝缘的耐压等级, 发挥其阻止牵引供电侵入信号设备的作用。由于绝缘体系中的各绝缘件电气、机械性能的提高, 使道岔安装装置和轨道绝缘的整体运用可靠性有大幅度增长, 有效降低了“红光带”故障发生的概率。整体绝缘件能够实现免维护, 避免了目前定期对转换设备安装装置绝缘件的分解维护, 降低维护工作量和成本, 减少了对运输的干扰, 为单位创造可观的经济效益, 对推进信号维护方式的改革能够起到积极推进的作用。

参考文献:

- [1] 刘利芝. 城市轨道交通概论[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2009.
- [2] 张栋梁. 城市轨道交通直流牵引回流系统防护技术研究[D]. 中国矿业大学, 2012.
- [3] 赵兴. 牵引供电系统不平衡牵引回流研究[D]. 北京交通大学, 2011.

作者简介: 邹超荣 (1985.11-), 男, 汉族, 陕西华县人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 铁路信号。