

城轨接触网分段绝缘器故障分析与优化方案

钱余生

(深圳地铁集团有限公司运营分公司 广东深圳 518000)

摘要 以深圳地铁为例,对城市轨道交通接触网分段绝缘器现场运营出现的故障进行分析,讨论故障的主要原因及相应的处理方法,为日后处理该类型故障提供方案。根据实际情况,对产品设计、日常维护、产品线路设置等提出建议,以便提高分段绝缘器的现场运营质量。

关键词 城市轨道交通;接触网;分段绝缘器;故障分析;结构优化;可行性方案

中图分类号 U226.5 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2013)02-0134-04

了3条线路。其中,1号线采用架空柔性接触网,2、5号线采用架空刚性接触网,其分段绝缘器采用的是法国加朗公司的JG 2117型(柔性)和JG 2142型(刚性)。下面对深圳地铁开通以来分段绝缘器出现的较严重故障及缺陷进行分类汇总,并对其原因进行分析。



图1 出现裂纹或断裂的导流板

1 分段绝缘器概况

城市轨道交通因其快速、经济、环保、节能等诸多优点,被许多大中型城市接纳,目前中国的城市轨道交通事业正处于高速发展阶段。分段绝缘器作为城市轨道交通接触网系统的重要设备之一,其现场运行状态的好坏对线路的可靠运营起到至关重要的作用。分段绝缘器是实现接触网电气分段但又不影响受电弓与接触线正常滑行的重要电气设备,一般多设于车辆段检修、装卸以及正线渡线、折返线等特殊线路。在正常情况下,机车受电弓带电滑行通过分段绝缘器,当某一侧接触网发生故障或因检修需要停电时,可通过断开分段绝缘器处的隔离开关,将该部分的接触网断电,而其他部分接触网仍能正常供电,从而提高了接触网运营的可靠性以及灵活性。

2 分段绝缘器故障分析

深圳地铁从2004年开通以来,到目前为止共运营

2.1 导流板裂纹或折断

2005年11月,在1号线线路检修时,发现多处分段绝缘器导流板转角处出现裂纹或折断(见图1);受此影响,部分机车受电弓的碳滑板断裂。经现场普查统计,这次出现故障的分段绝缘器集中在线路两端站后折返线渡线线路上,导流板出现裂纹或折断部位是在受电弓从接触线过渡到分段绝缘器的始触区(见图3)。因本身质量太大,造成分段绝缘器处的接触网弛度大、弹性低,易形成较严重的硬点。由于始触区接触线距受电弓垂直方向的结构高差大于导流板距受电弓垂直方向的结构高差,当受电弓由接触线过渡至分段绝缘器瞬间时,会对导流板转角处施加较大的水平撞击作用力;同时,垂直方向上受电弓由于自身的弹力,对导流板施加一个垂直方向的接触压力。导流板在这两种合力的作用下,在一定的循环次数后出现裂纹或折断。从事后对故障分析看,主要由以下几点原因造成。

收稿日期:2012-08-28 修回日期:2012-10-25

作者简介:钱余生,男,大学本科,工学学士,助理工程师,从事接触网系统设备维护,qianyusheng 0518@163.com

2.1.1 受电弓碳滑板磨耗不均匀

事后对机车受电弓检查,发现所有机车碳滑板都出现较严重的不均匀磨耗(见图2),一般距受电弓中心130 mm处,滑板高于受电弓中心4~5 mm(与长导流板接触处,见图3中的A1、A4点);距受电弓中心60 mm处(与短导流板接触处,见图3中的D1、D4点)滑板高于受电弓中心1~2 mm。在日常检修时,一般要求始触区的接触线与导流板等高,但在实际运营中,当受电弓从接触线过渡至分段绝缘器瞬间时,因结构高差,受电弓就会对导流板产生瞬间极大的撞击力,导致受电弓出现撞弓、离线、拉弧等。针对该现象,通过重新合理布置接触网拉出值,有效降低了受电弓碳滑板不均匀磨耗。



图2 受电弓出现不均匀磨耗

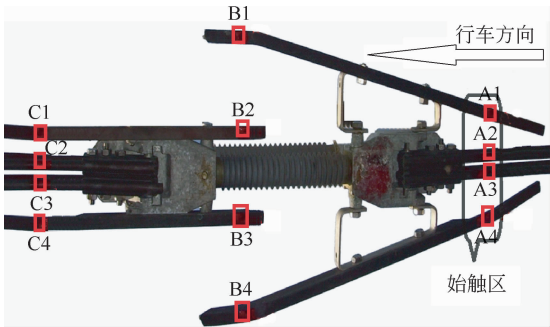


图3 分段绝缘器构成

2.1.2 分段绝缘器安装以及调整偏差

在分段绝缘器安装时,要求其中心偏离线路中心不得大于50 mm,但在部分线路上达不到要求。该状况加剧了始触区受电弓相对于导流板和接触线的结构高差及对碳滑板的异常磨耗,通过增加定位的方式,保证分段绝缘器中心偏离线路中心在50 mm范围内。

2.1.3 分段绝缘器结构存在缺陷

为了保证受电弓在通过分段绝缘器时平滑过渡,在接触线与分段绝缘器的过渡区域,将分段绝缘器导流板向上做弯曲。同时,为了保证导流板有足够调节余量,转角处另加大约120°转角结构(见图4)。弯曲造成导流板弯曲处材料强度降低,转角造成该处应力

集中,事后对同类导流板强度试验的结果表明,弯曲处材料强度有明显降低。同时,分段绝缘器长短导流板之间绝缘间隙过大(绝缘距离150 mm,如图3所示的B1、B2或B3、B4之间的距离),造成分段绝缘器稳定性降低,加大受电弓对导流板始触区的撞击。将绝缘间隙由150 mm调整为100 mm,增大了其稳定性。

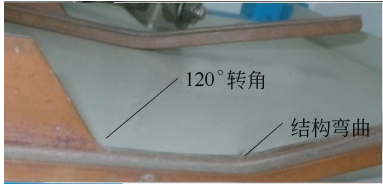


图4 导流板“始触区”结构

通过以上多种措施,截止到目前为止,没有再出现同类故障,同时始触区接触线以及导流板磨耗、拉弧状况得到很大改善。

2.2 分段绝缘器异响及拉弧

深圳地铁从2004年运营到目前为止,分段绝缘器普遍存在异响及拉弧的问题,一直未得到有效的解决。一般在半径小的曲线线路、不同供电分区间、车站出站口(线路两端折返线)等特殊场所,分段绝缘器的这种情况表现得更为严重。从目前对该类故障的分析看,主要由以下原因造成。

2.2.1 不同供电分区间存在电位差

分段绝缘器由不同供电分区供电时,两端存在自然电位差;同时,线路是否有机车取流以及分段绝缘器与各自变电所距离的增加等,也加剧分段绝缘器两端的电位差。

2.2.2 线路半径过小

分段绝缘器一般设置在渡线、折返线等特殊线路处,由于钢轨超高、建筑结构空间限制等条件的综合影响,导致分段绝缘器在这些特殊区段的安装位置严重偏离线路中心的合理误差范围;同时,由于轨道超高等原因,检修时很难将导流板相对于轨平面调平,因此加剧受电弓与分段绝缘器的撞击、离线和拉弧。

2.2.3 机车速度过低

分段绝缘器一般设置在辅助线路处,机车从分段绝缘器划过时速度普遍较低,造成受电弓与分段绝缘器导流板分离、接触时间加长,延长了电气回路开闭时间,加剧了分段绝缘器的拉弧现象。同时,车站出口处的分段绝缘器(站后折返线)因机车启动加速、取流较大,同样会加剧分段绝缘器的拉弧现象。

2.2.4 受电弓碳滑板磨耗异常

由于隧道结构、空间等一系列因素限制,接触网拉出值很难按照理想化的方式进行布置,造成受电弓碳滑板磨耗不均,加剧受电弓通过分段绝缘器时的撞弓和拉弧。

2.3 分段绝缘器主绝缘窜电

分段绝缘器主绝缘窜电是深圳地铁目前较为普遍存在的现象,特别是在各车辆段的不同供电分区之间。经过多次对故障分段绝缘器电气测试以及分析,发现分段绝缘器主绝缘表面的脏污程度对绝缘性能产生决定性影响。通过实验发现,主绝缘较脏污时,其清洁前后的绝缘性能相差达到2 000多倍。主绝缘窜电主要是因车辆段各供电分区有不同的施工作业要求,不能同时对各供电分区停送电,造成分段绝缘器一端长时间带电。分段绝缘器因带电一端电磁作用,使空气中带电荷颗粒以及金属灰尘大量吸附在主绝缘表面,造成其绝缘性能严重下降,从而产生窜电现象。

3 合理化建议以及可行性方案

3.1 分段绝缘器结构需要优化

法国加朗分段绝缘器的结构紧凑、整体性较强,目前各条线的分段绝缘器总体运营状态良好,同时在现场运营中也暴露出不足及需要改进的地方。

3.1.1 分段绝缘器本体太重

分段绝缘器本体过重一直是接触网系统的一处硬伤,特别在架空柔性接触网上该现象更为突出。JG2117型分段绝缘器从1992年到目前为止,其结构、材质都未加以改进;今后可通过先进的材料与机加工技术,在满足机械、电气性能的要求下尽可能减轻其质量,优化产品结构,减轻分段绝缘器处的接触网硬点。

3.1.2 导流板始触区强度较低

导流板是分段绝缘器与受电弓直接接触的部分,从其现场运营来看,其结构设计不合理,易造成转角处断裂。可根据现场运营实况,对其结构进行优化设计,增加弯曲处的材料强度,消除转角处的应力集中。同时,现有分段绝缘器导流板调节余量较小,从目前分段绝缘器现场运营情况来看,部分导流板在最大调节量下满足不了现场要求,造成始触区接触线导高比导流板略高,产生撞弓现象。在刚性接触网中,该现象表现得更为突出,因此在分段绝缘器的最大弛度下,应加大导流板可调节余量,使始触区导流板距轨面的高度高

于接触线距轨面的高度。

3.1.3 分段绝缘器不可拆卸

加朗分段绝缘器的整体性较强,零部件之间几乎都是“死连接”,但是在日常检修过程中常会因小部件出现缺陷(如主绝缘破损、螺纹滑丝等)导致更换整套分段绝缘器,造成工作量大并增加运营成本。为此,可在不明显降低分段绝缘器整体效果的情况下,增加零部件间的可拆除连接方式,减少工作量及运营成本。

3.1.4 分段绝缘器绝缘距离过大

深圳地铁一期工程分段绝缘器的绝缘距离设计值为150 mm,在运营中发现分段绝缘器的稳定性太差,受电弓经过时容易左右摆动,增加了分段绝缘器撞弓以及拉弧现象。后期,将分段绝缘器的绝缘距离调整至100 mm(法国国家标准45 mm),从目前现场情况来看,其拉弧、撞弓问题得到有效改善。

3.2 加强分段绝缘器日常维护

分段绝缘器是接触网系统的重要设备,其故障可能引起接触网塌网,中断线路运营,因此应加强其日常维护工作。

1) 对特殊区域的分段绝缘器应适当缩短其检修周期,如车辆段各供电分区间、正线折返线等;同时,尽可能避免分段绝缘器一端带电、一端不带电的状况。

2) 对于特殊线路处的分段绝缘器,应综合考虑拉出值、曲线半径、受电弓磨耗规律等,合理控制其导高。

3) 测量受电弓碳滑板磨耗,监控分段绝缘器的运行状态。

3.3 刚性分段绝缘器改为绝缘锚段关节

在现有的运营线路中,刚性接触网绝缘锚段关节在运营过程中的撞弓、拉弧、磨耗等状况都远远好于分段绝缘器,所以可以考虑将部分非绝缘锚段关节改为绝缘锚段关节来代替分段绝缘器。2号线在南海停车场A、B供电分区之间做了一处该类设计的变更,将原设计的分段绝缘器用绝缘锚段关节代替。从目前运行情况来看,效果非常好,导线磨耗低、拉弧轻,同时消除了供电分区之间的窜电现象。另外,在刚性接触网系统单线双向通过的线路中,检修时不可能将分段绝缘器的两端调成光滑过渡,很容易产生撞击以及拉弧现象,因此将分段绝缘器改为绝缘锚段关节,可以有效地改善这种状况。

参考文献

[1] 濮良贵,纪名刚. 机械设计[M]. 8版. 北京:高等教育出

版社,2007:22-46.

[2] 吉鹏霄,张桂林. 电气化铁路接触网[M]. 2 版. 北京:化学工业出版社,2011:147-153.

[3] 深圳地铁集团有限公司. 接触网系统培训教材[M]. 深圳,2007:103-106.

[4] 苗为民,李勇力. 关于分段绝缘器运行问题的探讨[J]. 铁道机车车辆,2010(1):84-93.

[5] 深圳地铁 2 号线工程直流 1500V 隔离开关和分段绝缘器招标文件[G]. 深圳,2008:65-92.

[6] 宋奇吼,李学武. 城市轨道交通供电[M]. 3 版. 北京:中国铁道出版社,2012:240-241.

[7] TB 10075—2000 铁路电力牵引供电隧道内接触网设计规范[S]. 北京:中国铁道出版社,2001:1-5.

(编辑:郭洁)

Failure Analysis and Optimum Program of Section Insulators in Urban Rail Transit

Qian Yusheng

(Operation Company of Shenzhen Metro Corporation, Shenzhen 518000)

Abstract: Section insulator is a relatively weak link in the overhead contact system of metro. This article analyses the failures of section insulators under operation in Shenzhen metro and reveals main causes of malfunction and handling method in order to provide treatment programs to this type of failures in the future. According to the situation of on-site operators, the author puts forward advice on product design, routine maintenance, and product line layout and so on, to promote the quality of their on-site operation.

Key words: urban rail transit; contact system; section insulator; failure analysis; structural optimization; feasible program

(上接第 83 页)

4) 通过对大量现场的实际施工情况摸查,发现大部分采用钢支撑支护的基坑工程为便于大型机具操作,均存在一定的超挖现象。假如基坑周边有非常重要的建(构)筑物或对沉降非常敏感的重大管线,建议支撑体系采用砼支撑,避免超挖,以降低工程风险。

5) 及时封闭底板对控制周边建筑物沉降效果显著。因此,建议在类似工程情况下合理组织工序,投入足够的设备、机具,争取早日封闭底板。

参考文献

[1] 施仲衡. 地下铁道设计与施工[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1997.

[2] 郑有才. 回灌技术在基坑降水工程中的应用[J]. 勘察科学技术研究,2007(3):37-39.

[3] 龚晓南. 地基处理手册[M]. 2 版. 北京:中国建筑工业出版社,2000.

[4] SJJ 05—96 深圳地区建筑深基坑支护技术规范[S]. 深圳:深圳市勘察测绘院,1996.

[5] GB 50007—2002 建筑地基基础设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.

[6] JGJ 123—2000 既有建筑地基基础加固技术规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2000.

[7] 中铁二院工程集团有限公司. 深圳地铁 2 号线燕南站主体围护结构施工图[G]. 深圳,2008.

(编辑:郝京红)

Impact of Excavation of Metro Station Foundation Pit on Adjacent Buildings and Countermeasures

Chen Yongwei

(Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., Guangzhou 510010)

Abstract: When the metro foundation pit is adjacent to old buildings, it is difficult to control the risks in design and construction. Design and construction process without reasonable considerations may lead to plenty of unforeseen risks and waste in investment. This paper focused on discussing the design and construction plan in conjunction with the Yannan Station of Shenzhen metro Line 2, and pointed out pertinent countermeasures.

Key words: metro station; foundation pit; construction; settlement; dewatering