

弓网异常故障对城市轨道交通行车组织的影响及处置对策

李宇辉¹ 邵海平²

(1. 南京铁道职业技术学院, 210031, 南京; 2. 南京地铁运营公司, 210017, 南京//第一作者, 副教授)

摘要 介绍了地铁运营工作中发生弓网异常故障的基本处置方法。以南京地铁1号线发生的一起弓网异常故障为例,介绍了故障发生的经过及采取的应急措施,并提出了针对弓网异常故障的改进措施。阐述了类似故障处置中的注意事项和应该汲取的经验教训。

关键词 城市轨道交通; 弓网异常; 行车组织; 处置对策

中图分类号 U225; U292

DOI:10.16037/j.1007-869x.2019.12.028

Influence of Abnormal Pantograph Fault on Urban Rail Traffic Organization and Countermeasures

LI Yuhui, SHAO Haiping

Abstract The basic countermeasures against abnormal pantograph fault in metro operation are introduced. Taking the abnormal pantograph network fault on Nanjing metro Line 1 as an example, the process of fault occurrence and countermeasures adopted are discussed, improvement measures against the abnormal pantograph network fault are proposed. Finally, matters that need attention, experiences and lessons to be learned in similar fault disposal are elaborated.

Key words urban rail transit; abnormal pantograph fault; train operation organization; counter measure

First-author's address Nanjing Institute of Railway Technology, 210031, Nanjing, China

对于使用接触网供电的城市轨道交通线路而言,根据造成故障原因的不同,牵引网供电分区停电故障可分为接触网本身故障引起的停电和弓网异常引起的停电。本文结合南京地铁1号线运营工作中由弓网异常故障引起的列车救援事件,讨论弓网异常故障对城市轨道交通行车组织的影响以及相应的应急处置。

1 弓网异常故障的基本处置方法

弓网异常故障发生后,接近故障地点的列车司

机、车站应在第一时间将故障的地点、位置和是否影响行车等情况通报控制中心,同时控制中心电力调度员应立即通过电力监控系统确认故障区域电力设备的运行状态,并通知专业值班人员迅速前往事发地点确认故障情况。

如果弓网异常造成接触网供电分区跳闸失电,行车调度员(以下简为“行调”)应立即扣停驶往无电区的列车,并要求失电区段的列车司机尽量维持列车进站停车。如果列车不得已停在区间,并且接触网短时间内无法恢复供电,司机应经行调同意后组织区间清客,相邻车站的工作人员要做好接应准备。同时行调还要通过小交路或“拉风箱”运行等调整手段,最大限度地维持非故障区间的运营服务。如果接触网没有失电,仅个别地点的接触网故障影响行车,行调应命令故障区段的列车司机尽量以换弓或降弓惰行的方式通过故障地点;如果无法通过故障地点,则行调应在采取运营调整措施后命令列车司机退回车站,然后再封锁区间组织力量进行抢修。

需着重说明的是,弓网异常故障的处理难度通常要大于一般接触网类故障。一旦弓网异常便会引起接触网停电,由于该故障既牵涉到受电弓又牵涉到接触网,所以在故障抢修中经常需要供电专业和车辆专业的人员配合作业,即需要出动接触网检修车维修接触网,又需要出动内燃动力的工程车拖走故障列车,同时还要组织区间清客,这就对调度员在设备抢修过程中的组织协调能力和调度指挥水平提出了很高的要求。

2 南京地铁1号线弓网故障处置方案

2.1 事件背景

2017年10月23日,南京地铁1号线上线列车共24列,高峰行车间隔为2 min 40 s,非高峰行车间

隔为4 min 30 s。15:05,途经安德门站附近的列车发生接触网异常打火故障,行调派人检查后认为无较大问题。15:36,B2供电分区停电,0118次列车停在小行站—安德门站区间,在随后的故障判断和运营调整中,调度员当机立断、果断处置,采取了“拉风箱”运行及“拉风箱”的小交路折返等行车调整措施,保证了非故障区段列车的降级运行,避免了事态的进一步恶化。

2.2 事件处理经过

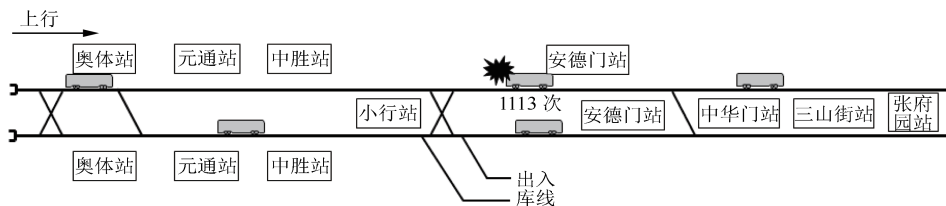


图1 安德门站附近接触网发生异常打火

15:36,0118次列车从小行站驶出后司机上报OCC列车忽然失压,于是停靠在小行站上行出站附近。同时电调中心SCADA(监控和数据采集)设备显示B2供电分区(中胜站—安德门站上行接触网)

15:05,安德门站工作人员上报OCC(运营控制中心)1113次列车在安德门站下行接触网0479支柱处发生异常打火故障(见图1),同时电力调度员通知供电中心派人前往检查打火情况,供电中心人员观察后续1列列车后,认为接触网设备运行正常并回复OCC。15:23,1113次列车到达奥体站折返后改开0118次列车,该次列车从奥体站驶出后再次发生异常打火现象,行调命令奥体站派站务人员注意观察,站务人员报告未发现异常。

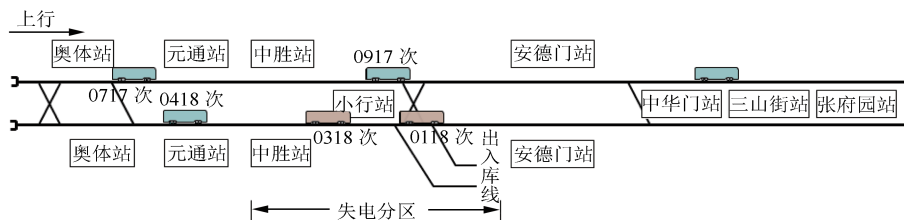


图2 中胜站至安德门站上行接触网停电

行调在意识到问题的严重性后,立即采取了以下一系列应急处置和行车调整措施:

1) 扣车。行调命令在元通站将0418次列车进行扣车,避免其进入失电分区。

2) 惰行进站。行调命令再次失电后停于中胜—小行区间的0318次列车司机惰行进小行站上行站台停车。

3) 救援和抢修。在得知0118次列车无法降弓后,行调命令小行车辆段的内燃机车立即出动进入正线救援,在对0118次列车清客后又通知车辆段出动接触网检修车对与受电弓纠缠在一起的接触网进行抢修。

4) 清客。行调在得知担任救援的内燃机车由于弓网纠缠而无法动车后,立即命令司机广播清客,同时命令小行站派工作人员前往区间引导乘客。

5) 结合“拉风箱”的小交路折返。行调命令

大电流脱扣,行调命令故障区段列车降弓,并联系接触网人员前往检查。15:38,该供电分区自动重合闸成功,但3 min后该分区再次失电,同时0118次列车司机上报无法降弓。如图2所示。

0717次列车疏散到达奥体下行站台后,在奥体站—中华门站区间作往返“拉风箱”运行,同时命令0917次列车在0717次列车进入奥体折返线后进入奥体下行站台,上下客完毕后自下行线反向运行至中华门站,经中华门渡线折至上行线再正常运行至终点站。后续部分下行列车在0717次列车结束“拉风箱”并经中华门渡线折至上行线后,直接开行至奥体站,以弥补奥体站—中华门站间的空当。在调整过程中,行调对中华门站的行车进路进行了安全防护,并对所有进站列车限速30 km/h,确保换乘站的行车安全。16:55,专业人员抢修完毕,电力调度员送电成功,接触网恢复供电。

2.3 事件影响

本次事件造成正线中断行车74 min,清客12列次,晚点18列次,最长晚点25 min,抽线8列;同时造成小交路折返14列,其中11列在中华门站折返,3列

在新街口站折返;全线退票(含 IC(集成电路)卡更新)1 728 张,乘客投诉 2 次。在本次由弓网纠缠导致的行车中断事件中,行调同时指挥了乘客区间疏散、内燃机车救援及接触网检修车出动抢修等大量的运营调整工作,在此情况下,能赶在晚高峰来临前开通正线并恢复正常的行车秩序,非常难能可贵。

3 弓网异常故障处置的改进措施

从上述事件可以得知,行调在发生弓网纠缠时表现出的临危不乱、处置得当,避免了事故的进一步恶化,虽取得了不少宝贵的经验,但仍然存在一些教训值得认真汲取,以便在今后处置类似弓网异常故障时加以改进。

3.1 小交路折返方式的灵活运用

在本次事件的处置过程中,行调创造性地将小交路折返和“拉风箱”运行巧妙地结合起来,减少了列车清客和乘客退票,值得在类似的列车运营调整中借鉴。

如图 3 所示,在中胜站—安德门站供电分区停电的行车调整过程中,行调并未机械地命令 1012 次

列车在奥体站—中华门站区间采用“拉风箱”运行,亦未命令 1017 次及后续列车于中华门站折返,而是命令 1012 次列车反向运行至中华门站后,再经中华门渡线折至上行线最终运行至终点站;下行 1017 次列车在中华门站下行站台等待 1012 次列车从渡线折至上行线后正常运行至奥体站,在奥体站载客后再反向运行至中华门站前渡线折至上行线运行;1017 次后续的 1319 次列车到达中华门站时,由于 1017 次列车还未自奥体站返回,因而只能在中华门站清客并采取小交路折返。该措施使得下行到达中华门站的列车中有三分之一需运行至奥体站,三分之二需在中华门站折返,这样使得中华门站—奥体站区间上下行客流的疏解效果与“拉风箱”基本相似。但对于奥体站—中华门站区间“拉风箱”结合下行列车中华门站折返的一般做法而言有两个优点:一是避免了拉风箱列车到达中华门站后的清客,二是避免了三分一下行列车在中华门站的清客。该做法对于方便乘客和减少中华门站客运组织压力方面的效果显而易见。

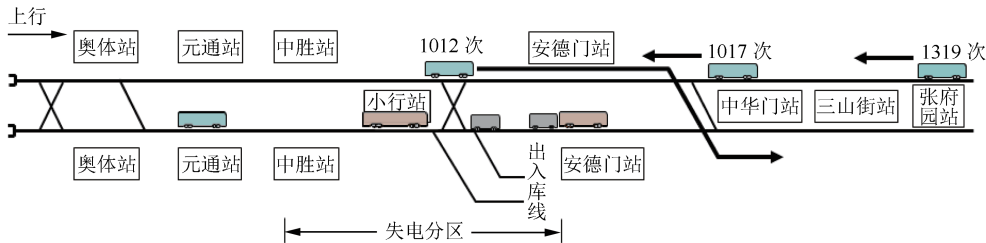


图 3 小交路折返结合“拉风箱”方式运营示意图

3.2 行调应高度重视弓网异常打火故障

由弓网纠缠故障引发的正线行车中断情况较为罕见,因而在本次事件的分析处理过程中,南京地铁集团有限公司邀请了兄弟地铁公司的技术人员一同对事故原因进行分析,但无法找到确凿证据证明究竟是受电弓滑板断裂还是接触网断线造成了弓网纠缠的严重后果。最后各位专家得出的一致意见为:弓网纠缠故障究竟是“弓”先出问题还是“网”先出问题,就如同先有“鸡”还是先有“蛋”的争论一样,就故障发生后反映出的现象而言很难给以界定;但可以肯定的是,不正常的弓网打火是弓网纠缠等较严重故障的先兆,从事故预防的角度考虑,最重要的工作是调度员应该尽可能地在发生弓网打火现象时就采取断然措施加以处置,以避免弓网纠缠情况的发生。

在这起事件中,弓网打火未引起相关人员的足

够重视,是导致最终发生弓网纠缠的直接原因。由于弓网异常故障从问题发生到影响行车会经历一个过程,在这个过程中行调如果能够根据现场情况从严掌握、做好预想,不要因存侥幸心理而错过处置的最佳时机,这样就能避免故障为城市轨道交通运营工作带来的不利影响。

在列车运行过程中,受电弓和接触线并不能一直保持紧密接触。当受电弓通过刚柔过度处、分段绝缘器及线岔等位置时,难免会出现轻微的跳动,这种轻微的跳动就会导致打火,但只要不产生较大的电弧或火花,都属于正常的现象;但如果出现过大的电弧或火花,或者在不应该产生打火的位置出现电弧或火花,就必须引起高度的重视。因此,列车司机和车站站务员等行车相关工作人员必须能够区分弓网接触中的正常打火、异常打火和严重打火等现象,在运营过程中若遇到异常打火和严重打

火情况应立即报告行调,从而为调度员的处置赢得时间。一般的判断方法和处置原则如表 1 所示。

表 1 弓网打火的判断方法和处置原则		
类型	现象	处置方法
正常打火	列车受电弓通过接触网锚段关节、分段绝缘器、线岔、汇流排接头处、刚柔过渡处(包括折返线、存车线、出入车辆基地)等位置时发生的轻微拉弧或打火	列车正常运行
一般异常打火	在正常打火区间以外的位置发生轻微的打火现象,其特征为不发生连续拉弧、不产生大的火花	后续列车根据专业人员建议采取相应措施(限速或换弓运行)通过该段接触网,运营结束后,对该段接触网进行调整
非正常打火		
严重异常打火	列车受电弓在不同地点发生连续拉弧或产生较大火花	①在同一地点,连续 3 列列车受电弓发生严重异常打火,该段接触网必须停电抢修;②同一列车在不同地点发生严重异常打火 2 次以上时,就近下线退出服务(换弓、限速运行)

3.3 行调对弓网异常故障的复杂性须有足够认识

在发生弓网异常等需要不同专业检修人员配合处置的故障时,控制中心的行调、设备检修调度员应该充分认识到这类故障的复杂性,在故障刚出现时就应及时命令相关专业人员做好配合检修的准备,避免出现本次事件中由于分批出动车辆和供电专业检修人员,拖延了正线开通时间的情况。

在本次事件发生前,故障车在 15:05 和 15:23 发生两次异常打火情况,行调一次派供电中心人员观察,一次命令站务人员观察,明显对问题的严重性认识不足。若故障发生初始阶段就命令供电中心和车辆中心的检修人员注意观察,很可能让 1113 次列车到达奥体后进折返线检修,而不是继续运营。此外,当故障车最终无法降弓后,行调虽然第一时间派工程车救援,但仍未意识到问题的复杂性,未立即通知供电中心和车辆中心的检修人员同时赶往现场配合处理,客观上延长了排除故障时间。

同时,由于行调对故障的复杂性认识不足,直至工程车与故障车连挂完成,发现由于损坏的受电弓无法完全下降导致无法动车,此时才命令故障车进行区间清客,从而导致乘客在车内被困 28 min,使得乘客服务受到较大影响。如果行调于 15:41 上报 0118 次列车无法降弓后,能够立即命令故障车区间清客,在清客的同时命令内燃机车和接触网检修

车做好出动准备,则不会出现之后接触网检修车因轨行区疏散乘客的干扰而无法立即出动的被动局面,这样就会大大减少正线中断行车的时间。

3.4 内燃机车与接触网检修车的行动需统筹考虑

从这次弓网异常事件的处置中,可以发现本文前面提到的弓网异常故障基本处理程序并不完全适用。行调对于接触网一般异常打火等影响行车的故障点可以命令司机以换弓或降弓惰行的方式通过,但一旦发生弓网纠缠情况时,应急预案中并没有明确的处置方法,尤其是遇到既需要出动内燃机车救援故障车,又需要出动接触网检修车抢修供电设备时,两方面的工作如何协调并未作明确规定。

本次事件处置中,15:41,行调接到 0118 次列车无法降弓的报告后,立即命令小行车辆段的内燃机车进入正线救援。总体而言该措施较为得当,但行调未能预判弓网纠缠的情况会导致内燃机车连挂故障车无法动车;仅在抢修人员清除了弓网纠缠后,内燃机车才将故障车推离故障点,而且在故障车进行了区间清客后才命令接触网检修车出动抢修,客观上拖延了线路开通的时间。如果能够命令内燃机车和接触网检修车先后出动,甚至连挂在一起同时出动,这样既能节省车辆段和车站办理工程车进路时间,也极大地缩短了故障抢修时间,可保证救援抢修工作的顺利进行。

4 结语

当城市轨道交通设施设备发生类似弓网纠缠这种较为罕见且无现成预案可供应急处置参考的故障时,行车指挥人员应本着“安全第一、快速反应、协同应对、先通后复”的原则进行有效控制,充分考虑该故障的特点,从最不利的结果着眼,调动一切可能相关的维保人员参与处置,以尽快开通故障点,从而保障城市轨道交通运营工作的顺利进行。

参考文献

- [1] 何宗华,汪松滋,何其光.城市轨道交通运营组织[M].北京:中国建筑工业出版社,2009: 62.
- [2] 刘浩江.单线双向运行在地铁行车组织中的应用[J].都市轨道交通,2008(6): 17.
- [3] 廉铭,江志彬.城市轨道交通行车调度中存在的问题与对策[J].城市轨道交通研究,2010(10): 35.
- [4] 李宇辉,吴玲英,姚军.城市轨道交通应急处理[M].北京:人民交通出版社,2009: 167.

(收稿日期:2018-02-03)