

Fault Analysis and Research of Several Problems of DC Traction System of Urban Rail Transit

Bin Lu

Beijing Metro Operation Co., Ltd., Beijing, 100082, China

Abstract

With the rapid development of social economy and the improvement of people's daily living standards, the society has entered a new stage of development, which also promotes the optimization of the urban internal transportation system. However, with the continuous expansion of the urban rail transit scale, the fault problem caused by the DC traction system has become the key factor affecting its stable operation. In order to ensure that the urban ORT DC traction system operates more stably, we must explore the main causes of the fault problems. Therefore, this paper clarifies the basic overview of urban rail transit DC traction system, deeply analyzes the faults and problems of urban rail transit DC traction system, and puts forward the positioning and treatment measures of system faults on this basis.

Keywords

urban rail transit system; DC traction system; fault analysis; problem research

城市轨道交通直流牵引系统故障分析及若干问题的研究

芦彬

北京市地铁运营有限公司, 中国 · 北京 100082

摘要

随着社会经济的高速发展以及群众日常生活水平的提升, 社会已经进入了全新的发展阶段中, 这也为城市内部交通系统的完善优化起到了良好的促进作用。然而, 随着城市轨道交通规模的不断拓展, 直流牵引系统所产生的故障问题已经成为影响其稳定运转的关键因素, 为了确保城市轨道交通直流牵引系统能够更加稳定地运转, 就必须探究引发故障问题的主要原因。因此, 论文对城市轨道交通直流牵引系统的基本概述加以明确, 对城市轨道交通直流牵引系统的故障与问题展开深入分析, 在此基础上, 提出系统故障问题的定位处理措施。

关键词

城市轨道交通系统; 直流牵引系统; 故障分析; 问题研究

1 引言

在当前的社会环境中, 城市轨道交通已经成为城市内部的主流交通方式, 而随着轨道线路以及客运压力的不断提升, 其对于城市轨道交通供电系统的安全性与稳定性提出了更高的要求。而为了提高城市轨道交通系统供电的可靠性, 一方面应当对机电保护措施以及供电方案进行优化处理, 确保其能够满足供电系统的基本需求, 并通过全新的保护算法来提升继电保护装置的灵敏性; 另一方面, 还可以对牵引网故障进行分析, 确保产生的系统故障问题可以得到精准定位, 对故障进行高效的检修排查, 使得供电系统可以恢复到正常运转的状态中。而站在实际情况的角度上来看, 目前城

市轨道交通的直流牵引系统并没有构建出成熟的故障定位装置, 很难满足城市轨道交通高速发展的基本需求, 因此, 这就需要对直流牵引系统的故障问题进行深入分析, 保证城市轨道交通系统可以处在正常的运转状态中。

2 城市轨道交通直流牵引系统的基本概述

在城市轨道交通当中的直流牵引供电系统中, 其能够为城市轨道交通的正常运转提供更加充足的电能, 而在具体的供电电源方面, 主要就来自于城市电网, 利用城市电网与轨道交通供电系统之间的输送以及变换, 就能够以对应的电压等级将电能供应至城市轨道交通当中的各类设备当中。因此, 这就可以将地铁供电系统详细划分为两个部分, 第一部分为城市电网当中所引入的电源, 而另一部分则是地铁内部供电系统所提供的电源, 也就是常说的供电系统, 其中具体包括中压环网系统、牵引供电系统以及供配电系统等。同

【作者简介】芦彬 (1972-), 男, 中国北京人, 本科, 工程师, 从事轨道交通供电及电力系统调度指挥研究。

时,城市轨道交通也属于城市电网内部的重要用户,通常情况下都可以直接在城市电网当中来获取对应的电能,并不需要单独建设电场。在当前的社会环境中,城市电网在地铁供电方面的电压等级主要为 110kV、63kV、35kV 以及 10kV 等,而具体选择哪一种电压等级,就要在综合考虑到城市电网主要构成特点以及地铁的实际需求过后进行确定。首先为主变电所,针对那些集中式的外部电源方案内容,就要根据实际情况来构建出轨道交通专属的主变电所,为城市轨道交通的直流牵引系统提供必要的电能,其内部的主要功能就在于接受城市电网所提供的高压电源,在经过降压处理后提供出中压电源;其次为中压环网系统,通过中压电缆,可以在纵向的角度上将上级变电所、下级变电所以及降压变电所有效连接在一起,在横向上也能够将各大牵引变电所与降压变电所进行连接,构建出稳定性更高的中压网络,在具体功能方面与电力系统内部的输电线路较为类似;再次为牵引供电系统,牵引供电系统具备的主要功能,就是将交流中压电压经过整流以及降压处理后,转变为直流 1500V 电压或是 750V 电压,从而为轨道交通中的列车提供出必要的牵引电能;最后为供电系统,这一系统主要是为除却列车之外的动力设备提供电能,比如车站区间的动力、自动化用电设备以及照明系统等^[1]。

3 城市轨道交通直流牵引系统的故障分析与问题

在城市轨道交通高速发展的背景下,其同时也为内部直流牵引供电系统的安全运转带来了一些问题,比如城际线路以及城郊线路的供电距离比较长、线路老化问题较为严重以及其他一些人为因素等,都很可能会导致直流牵引供电系统产生故障,对城市轨道交通系统的安全运转产生严重威胁。同时,在直流牵引供电系统的牵引网部分,也会进一步引发出多种故障问题或是不正常运转状态出现,而最主要的故障形式就在于短路故障问题,不正常运转状态则是超负荷运转。在对城市轨道交通直流牵引系统故障问题进行分析的过程中,针对直流牵引供电系统短路问题所进行的分析相对较为复杂,绝对不能单纯地采用某一种计算方式进行计算,而是要根据直流牵引系统所具备的主要结构特点来构建出与之对应的数学模型,通过电路定律来对短路电流存在的变化特征展开深入分析。而城市轨道交通直流牵引供电系统所进行的短路计算,其具备着较为显著的特殊性,主要就在于以下几方面:首先为供电电源比较多,在地铁直流牵引供电系统当中,其属于一种由牵引网与牵引变电所共同组成的多电源网络,在接触网部位产生短路故障过后,全线的牵引变电所都会向短路部位进行供电,同时,由于整流机组所具备的外特性,也会使得接触网上所形成的回路会对短路点贡献

电流。因此,在进行故障分析的过程中,就要进一步考虑到两侧牵引变电所与上下行接触网之间的影响;其次,城市轨道交通的直流牵引供电系统所采用的供电方式比较多,根据运营的基本需求,在每一个供电分区当中都可以进行单边供电、双边供电以及大双边供电等多种模式;最后,涉及的供电回路与供电参数比较多,直流牵引供电系统内部的供电电源与供电方式较多,这就会导致供电回路比较多,整体网络较为复杂等现象出现^[2]。

4 城市轨道交通直流牵引系统故障问题的处理措施

4.1 基于稳态电气量比值的故障定位措施

城市轨道交通系统的直流牵引供电系统双边供电的前提下,如果在直流侧方面产生了短路故障,接触网上的主要短路点电流,大多都来自于某一个供电区当中的牵引变电所,大约 80% 左右是来自于邻近的两个变电所当中,这就需要在直流牵引供电系统故障问题的定位处理过程中,综合考虑到电流贡献最大的两个变电所,而由于牵引网内部的主要供电距离比较短,就应当采用集中的参数模型。在理论分析过程中,直流牵引变电所完全可以根据诺顿定理来构建出等效模型,其中最为理想的电压源就是牵引变电所内部直流母线所具备的空载电压,而其中的具体指数是由交流电源电压以及电路的拓扑结构所决定的,等效内阻抗则是由整流元件电压、整流变压器阻抗以及电路的工作状态决定的。在上述的定位原理当中,为了有效降低暂态电流以及时间不同步等问题所产生的影响,就应当采用示波图法来进一步计算出稳态短路的电流值,而后将其引入到故障定位中进行计算,其中可以明显看出,直流馈线电压数值相对于短路电流来说,其所产生的变化相对较小,而故障定位结果的精准程度则与稳态电流的代销有着紧密联系,同时,馈线电压也会随着时间的变化逐步恢复到稳定的状态中,这就不需要对短路电压的稳态值进行额外计算^[3]。

4.2 基于时域微分的故障定位措施

在城市轨道交通直流牵引供电系统的线路故障定位中,可以采用时域微分的故障定位措施,并对直流输电线路自身所具备的特点展开综合考虑。而在进行深入研究过后,发现通过贝瑞隆模型的应用,不仅可以对模型计算线路沿线电压的分布状态进行准确计算,还可以对故障部位电压最低的部分进行故障定位,而贝瑞隆模型在本质上属于一种近似模型,将其在城市轨道交通直流牵引供电系统当中进行应用还需要进一步考证。而在产生非金属性故障时,线路始端到故障点之间的压降不够明显,应用这种方式的定位精度比较低,这也突出了其在故障类型方面的局限性。因此,这就需要城市轨道交通直流牵引供电系统的基本结构、运行特性

与参数等内容进行深入分析,提出基于时域分段的故障定位方式,这种方式在应用时不会受到非周期分量等因素产生的影响,还具备着快速性以及简便性等多种特征,在实际应用方面具备着较高的研究价值^[4]。

5 结论

在当前的社会环境中,为了保证城市轨道交通能够更好地运转,就必须加大对于直流牵引供电系统的重视程度,准确找寻出其内部存在的故障问题,并对故障以及若干问题进行深入分析,并通过对应的故障定位措施来更好地解决这

些问题,以此来促进整体城市轨道交通的稳定发展。

参考文献

- [1] 李红波,张超,黄子昊,等.城市轨道交通能量运行控制系统[J].控制与信息技术,2021(3):1-7.
- [2] 王雄,陈洁莲,吴雪峰,等.城市轨道交通牵引供电系统双向变流器直流侧短路保护方案[J].控制与信息技术,2021(3):26-32.
- [3] 李婷婷,孙伟鑫,刘川,等.一种基于阻抗重构的城市轨道交通牵引系统直流侧振荡抑制方法[J].控制与信息技术,2021(2):49-55.
- [4] 潘胜.城市轨道交通电力系统故障分析及应对方法[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2019(2):125-126.