

Analysis of Electrified Railway Traction Power Supply on Railway Signal Equipment

Zhigang Ni

Shuohuang Railway Development Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 036100, China

Abstract

China's vast land is vast, the construction and development of railway undertakings are related to the exchanges between regional economic undertakings and people's daily travel. At present, with the gradual increase of the construction scale of China's railway industry, the traction power supply has become the most common way of power supply for many electrified railways. Traction power supply mode has its unique advantages in the process of application, but the application of traction power supply mode will also affect the normal operation of railway signal equipment, especially traction power supply, in the application process, easy to produce some electromagnetic field with a certain strength or signal pulse, these factors will interfere with the normal operation of railway signal equipment, resulting in railway signal equipment cannot send the correct signal to guide the operation of the railway train, serious will even cause large safety accidents. Therefore, in the process of adopting the traction power supply mode, the adverse impact of this power supply mode on the railway signal equipment must be considered, so as to use the targeted anti-interference means to ensure the normal operation of the railway signal equipment under the traction power supply system. This paper mainly analyzes the interference of traction power supply mode to railway signal equipment, and discusses the anti-interference measures of railway signal equipment, hoping to provide reference opinions for continuously promoting the healthy development of electrified railway industry in China.

Keywords

traction power supply mode; railway signal equipment; interference problems; anti-interference countermeasures

电气化铁路牵引供电对铁路信号设备的影响分析

倪志刚

朔黄铁路发展有限责任公司, 中国 · 山西 忻州 036100

摘 要

中国国土广袤, 幅员辽阔, 铁路事业的建设和发展关系到了区域经济事业之间的交流以及人们的日常出行。当前, 随着中国铁路事业的建设规模逐渐加大, 牵引供电已经成为许多电气化铁路最为常见的一种供电方式。牵引供电方式在应用的过程中具备其独特的优越性, 但是牵引供电方式的应用也会影响到铁路信号设备的正常运转, 尤其是牵引供电, 在应用过程中, 容易产生一些具备一定强度的电磁场或信号脉冲, 这些因素都会干扰到铁路信号设备的正常运转, 导致铁路信号设备无法发出正确的信号指引铁路列车的运行, 严重时甚至还会引发规模较大的安全事故。因此, 采用牵引供电方式的过程中, 必须要考虑到这种供电方式对铁路信号设备带来的不利影响, 从而采用具有针对性的抗干扰手段确保牵引供电系统下铁路信号设备的正常运行。论文主要分析了牵引供电方式对铁路信号设备带来的干扰, 并且针对铁路信号设备的抗干扰措施进行了探讨, 希望能够为不断推动中国电气化铁路事业的健康发展提供参考意见。

关键词

牵引供电方式; 铁路信号设备; 干扰问题; 抗干扰对策

1 引言

当前, 随着中国铁路事业的飞速发展, 电气化铁路的建设已经成为铁路修建的新形式, 电气化铁路建设主要是利用牵引供电系统, 为铁路的运行提供动力电源, 在铁路重载和高速运行等方面都发挥着无可替代的重要价值。

在电气化铁路建设过程中, 采用牵引供电的方式, 可

能会在电流传输的过程中形成具有干扰性的电子厂或信号脉冲, 而这些干扰因素也会影响到铁路信号设备的正常运转。想要从根源上减少或避免牵引供电系统对铁路信号设备正常运转所带来的干扰问题, 铁路工作人员就应该根据干扰实际情况找到信号干扰源, 采取有针对性的抗干扰措施保障信号系统的正常运转。

近年来, 随着中国现代化计算机技术以及通信技术的飞速发展, 铁路事业中的信号系统中也融合了大量的新型现代化技术以及现代化设备, 这也使得电气化铁路事业中牵引供电系统与铁路信号系统之间的矛盾更加突出, 因此, 如何

【作者简介】倪志刚(1983-), 男, 中国四川乐至人, 本科, 工程师, 从事铁路信号研究。

能够解决好牵引供电系统对铁路信号系统带来的干扰问题,成为了当前铁路从业人员应该关注的重点问题。

2 牵引供电系统对铁路信号设备产生的干扰类型以及产生原因

2.1 牵引供电系统对于铁路信号设备的传导性干扰

电气化铁路事业的发展需要牵引供电系统为铁路的运行提供动力,而且以供电系统在运行过程中受到外界不可抗因素,可能会存在电流波动的问题,从而干扰到了铁路信号设备的正常运转。而电流波动带来的干扰问题,也是导致铁路信号设备受到影响的主要原因。在电气化铁路事业建设过程,铁路钢轨与牵引供电系统和信号设备系统均有连接。同时,铁路钢轨也是保障电流正常运转和信号传输的公共通道,由于铁路钢轨在电力传输过程中存在接线抗阻、钢轨抗阻以及地漏等因素的影响,这就导致牵引供电设备流经铁路钢轨的电流值存在一定的波动,这也会支持电流在运行的过程中出现不平衡问题,从而对铁路信号设备形成一定的干扰。在不平衡电流的影响作用下,电气化铁路的扼流变压器就会产生电动势,这一电动势会直接导致扼流变压器的电压值持续上升,当电压值上升到一定程度后,就会导致铁道中的继电器产生误动,从而引发铁路信号设备的异常问题。

2.2 牵引供电系统对铁路信号设备产生的容性耦合干扰

在通常情况下,接触网需要的标准值电压较高,如果在强电线路上存在对的电压,那么,受到干扰的信号设备与大地之间也会存在接地电压,这就会导致铁路信号设备与强电线之间产生强烈的电容耦合反应,从而导致强电线中的强电流分散到信号设备中,当分散电流流入到铁路信号设备时,就会引起感应电动势,从而对信号设备的正常运转造成容性耦合影响。需要注意的是,强电线电流分流过程中产生的感应电动势静电场强度、强电线路与铁路信号设备之间的距离,以及强电线路中电流量分流的大小之间都具有密切的联系^[1]。

2.3 牵引供电系统对铁路信号设备的感性耦合干扰

在电气化铁路事业的建设过程中,采用牵引供电的方式,需要较高的电压值和电流量,因此在通常情况下,牵引电流都能够达到几百甚至上千安培,当铁路钢轨接触网通过电流时,铁路信号设备与接触网的强电线之间就会出现耦合电感,在这样的条件下,受到电流干扰的铁路信号设备中就会形成感应电动势,进而产生感性耦合的问题。感性耦合与容性耦合这两种干扰问题既存在相似之处,又存在一定的差异性,在通常情况下,感性耦合现象的发生,不仅仅与铁路信号设备和接触网之间的距离存在密切的关联,同时还与铁路信号设备接触网通过的电流量大小之间有关。

2.4 牵引供电系统对铁路信号设备的辐射性干扰

当电流经过的接触网与受电弓之间发生密切接触时,

如果存在过分电段、受电弓降弓、驶过存在硬点的接触网以及开关主断电路等问题时,就可能会对电气化铁路建设事业中的牵引供电系统带来较大的冲击电流。铁路钢轨是牵引电流系统中的回线部分,当铁路钢轨家受到冲击电流的瞬间,就会直接导致扼流变压器达到饱和状态,而扼流变压器的状态,会直接影响到信号传递的频率,这会导致信号传递在同周期内被直接削弱,进而出现由于信号传输系统的错误而引发轨道继电器的误动。

除此之外,接触网的受电弓在离线状态下还会产生大量的电火花,这些电火花的出现,会在区域范围内产生无线电脉冲,进而影响到铁路信号设备信息的传递质量和传递准确性^[2]。

2.5 牵引供电系统对铁路信号设备带来的其他干扰

在通常情况下,为了确保铁路设备检修工作人员的安全性,铁路钢轨还起到了铁路供电接触网的接地端作用。但是如果在铁路运行检测工作中没有及时发现某些杆塔没有经过火花间隙就直接与钢轨进行连接的问题,或是出现了火花间隙已经失效等其他原因,就可能会导致铁路钢轨中出现轨道电力红光带。

除此之外,当列车的受电弓出现了支持绝缘闪烁、受电冲击等故障问题时,将会在一瞬间产生较大的短路电流,而这些短路电流的瞬间爆发下的巨大冲击力也会使火花间隙被瞬间击穿,从而对铁路信号设备的信息传递产生不利的影响^[3]。

3 铁路信号设备应对牵引供电系统的抗干扰措施

3.1 25 赫兹频率下轨道电路的抗干扰应对措施

25 赫兹频率的轨道信息设备电路在运行过程中受到的主要干扰为传导性干扰问题,而传导性干扰问题出现的主要原因是由于牵引供电系统供电过程中电流的波动性而引发的。在通常情况下,25 赫兹频率的轨道电路遭受电流波动影响的形式主要分为两种^[4]。第一种是波动电流会直接形成脉冲电流,而脉冲电流的波形图像上下处于不对称状态,并且其中还掺杂了一些直流电流成分,这些电流成分可能会导致扼流变压器等其他电力元件瞬间饱和,进而导致铁路信号传输系统在信息传输的过程中,由于25 赫兹频率的轨道线路中出现电流波动问题而出现传递失误的问题^[5]。第二种是波动电流在运行的过程中还可能会对铁路信号设备产生脉冲干扰,这些脉冲电路会在轨道电路内部的限行滤波器中形成逐渐衰减的震荡性冲击,而这种逐渐衰减的振荡信号冲击,可能会与原有的铁路信号设备发出的信号相互叠加,在相互干扰的过程中,就会导致轨道电路中的继电器发生误动,影响到信号设备的正常运转^[6]。

对于这些问题的应对措施,可以从以下三个方面入手:

第一,可以适当的增大扼流变压器的铁芯饱和电流强

度,确保扼流变压器在受到脉冲干扰的情况下不会直接达到饱和状态。

第二,在扼流变压器周边增加一些抗干扰的线圈,从而有效地强化扼流变压器对于电力波动脉冲的抗干扰能力,与此同时,还可以通过安装适配器的方式降低电流波动带来的干扰问题。

第三,可以在 25 赫兹轨道频率的电路旁设计一条辅助电路,通过二者之间的并联作用起到谐振效果,从而达到增强铁路信号设备信号传递的目标^[6]。

3.2 采用 ZPW2000 轨道电路抗干扰应对措施

ZPW2000 抗干扰系统是在 20 个世纪 90 年代引入中国的,这一系统在应用的过程中具有较强的抗干扰性能。

第一,ZPW2000 采用的是空心线圈,对 50 赫兹频率下的牵引电流阻抗较小,应对 50 赫兹的牵引电流强度几乎处于断路状态,这也能够起到平衡轨道电流,使得电流不处于强烈波动状态的效果。

第二,ZPW2000 系统内部使用了较高的偶次谐波,牵引电路系统的电流在运行过程中,除去 50 赫兹的基础电流波段外,还存在偶次谐波和奇次谐波,其中,奇次谐波所携带的能量远远高于偶次谐波。除此之外,奇次谐波在运行过程中所携带的能量会随着频率的降低而逐步增加。而 ZPW2000 自带较高的偶次谐波,就可以有效地避免由于牵引电流运行而产生的干扰问题^[7]。

3.3 综合性的抗干扰措施

综合性抗干扰措施主要应该根据牵引电路带来的不同干扰影响有针对性地采取抗干扰措施,从源头上解决干扰问题。

首先,可以通过合理的选择牵引供电的方式,不断提升牵引电流回路系统中电波的对称性,这样就可以有效地降低电流波动,对于信号设备正常运行产生的影响。

其次,还可以通过安装电容补偿器降低电流运行过程中电波对于信号设备信息传递产生的干扰。

最后,还可以在电气化铁路建设过程中,采用更加合理的牵引供电方式,通过架空回流线采用直供供电的方式,这样就能够有效地弥补供电回路电波的不对称性,避免电流波动产生的脉冲干扰问题^[8]。

4 结语

综上所述,在中国铁路电气化事业发展的过程中,牵引供电系统的应用会对铁路信号设备的运行产生诸多干扰问题。因此,工作人员需要明确牵引电路带来的干扰类型,从而采取有针对性的抗干扰措施,确保铁路信号系统对列车的正确指挥。

参考文献

- [1] 刘昌录.电气化铁路牵引供电对铁路信号设备的影响分析[J].信息记录材料,2020,21(2):221-222.
- [2] 于洋.电气化铁路牵引供电对铁路信号设备的影响分析[J].电力设备管理,2020(8):152-154.
- [3] 杨松.电气化铁路牵引供电对铁路信号设备的影响分析[J].中国新通信,2019(21):70.
- [4] 翟延涛.浅议电气化铁路牵引供电对铁路信号设备的影响[J].科技风,2017(24):247-248.
- [5] 汪振海.电气化供电系统电磁干扰对铁路信号产生的影响及对策[J].自动化与仪器仪表,2018(9):55-58.
- [6] 杨陈.电气化铁路牵引供电对铁路信号设备的影响[J].电子世界,2017(18):191.
- [7] 王正洲.电气化铁路牵引供电对铁路信号设备的影响研究[J].技术与市场,2017,24(10):98+100.
- [8] 张海龙.议电气化铁路牵引供电对铁路信号设备的影响[J].科技与企业,2015(24):85.