

电气化铁路大型货场新型移动接触网系统设计探讨

淮梦琪

(中铁上海设计院集团有限公司, 上海 200070)

摘要 电气化铁路作为铁路运输的主要方式, 需要借助移动电网实现对运输货物的装卸工作。本文对目前电气化铁路大型货场移动接触网进行了简要介绍, 分析了新型移动接触网的设计原则和需要注意的问题, 在此基础上设计了新型接触网的机械系统和电气系统, 该设计方案优化了传统移动接触网的架设结构, 简化了施工的过程, 提升了移动接触网使用的经济性。结果表明: 本设计方案投入使用后, 经过多个大型货场的验证, 取得了良好的运行效果, 以期为电气化铁路大型货场社会效益和经济效益的有效提升奠定坚实的基础。

关键词 移动接触网设计; 大型货场; 电气化铁路

中图分类号: U225

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.09.011

0 引言

电气化铁路运输的货物装卸需要在大型货场中完成, 在这一过程中需要移动接触网系统提供电能, 因此移动接触网的效率和性能会对装卸作业以及铁路运输的效率产生直接影响。传统的移动接触网在使用的过程中经常会出现运营不稳定的问题, 并且其结构设计比较复杂, 需要投入较高的成本维护, 这直接影响了货场的作业效率。新型移动接触网是基于传统移动接触网进行的创新和优化, 通过高效稳定的系统设计, 提升货物装卸的效率, 降低运营维护的投入成本, 确保其能够安全稳定运行。通过探讨新型移动接触网系统的设计方案, 为电气化铁路大型货场的移动接触网系统设计和优化提供参考和借鉴。

1 电气化铁路大型货场移动接触网现状

在电气化铁路系统中, 大型货场移动接触网是核心部分, 铁路运输的货物装卸一般是在户外进行的, 因此需要移动接触网为其提供稳定的电力供应。大型货场移动接触网的设计使铁路运输的装卸作业更加方便, 有足够的空间, 在货物装卸完成之后, 可以将移动接触网移到线路侧, 实现了电力机车直接到发。现阶段我国铁路运输大型货场使用的移动接触网一般使用重力补偿式或者侧移式设计, 这样的设计方式实现了接触网在短期内完成摆动和断电, 最大限度地提升了货物装卸的效率, 降低了装卸作业耗费的成本。在货物装卸时, 操作人员可以通过操作间实现对整个过程的监控, 保证作业过程的可靠性和安全性。并且这

种设计理念还使接触网实现了智能化和自动化, 通过不断引用先进的技术和传感器, 实现了对货物接触状态的实时监测, 及时发现潜在故障, 将运营维护成本有效降低。但是, 因为我国铁路运输的货物种类在不断增多, 对运输的需求也在不断提升, 因此要在现有基础上对大型货场的移动接触网进行优化设计, 使其具备更强的稳定性和承载能力^[1]。

2 新型移动接触网系统设计原则及需要注意的问题

2.1 设计原则

在新型移动接触网设计的过程中, 要遵循以下几点原则: 第一, 保证设备在投入使用之后具有较强的稳定性和安全性。传统的移动接触网在工作过程中需要多个支柱才能确保货物装卸顺利完成, 并且支柱之间需要足够的距离间隔, 这就增加了整个货物装卸过程的安全隐患。在对新型移动接触网进行设计时, 要对支柱部分进行优化设计, 使其能直接固定在站台上, 避免出现安全问题。第二, 增强设备之间的连接, 避免在使用过程中因为连接问题而引发的故障。在传统的移动接触网中, 需要将其架设在站台上才能完成后续工作, 这样的方式导致移动接触网与站台之间无法实现有效连接; 在对新型移动接触网进行设计时, 可以采用三个独立支柱的设计方式, 实现移动接触网与站台之间的有效连接, 保障装卸工作的效率, 避免出现设备故障。第三, 对系统布置进行灵活设计, 增强设备安装方式的灵活性。传统移动接触网的安装方式不能适应现阶段铁路运输对

货物装卸的高标准和高需求,在对新型移动接触网进行设计时,要优化和创新安装方式,使其能够满足不同货物的装卸需求,提升工作效率和质量。第四,在保障设备运行安全的基础上,增强施工的便捷性和可操作性,为工程的顺利进行奠定基础,降低移动接触网的运营维护和施工成本^[2]。

2.2 需要注意的问题

设计人员在对移动接触网进行优化创新的过程中,需要综合考虑多个影响因素。在设计时,要根据大型货场的货物装卸需求确定各项关键参数,并在此基础上实现对传统移动接触网的优化设计。在这一过程中,设计人员要确保移动接触网在频繁的装卸作业环境下具备较强的电气性能和工作强度,能够满足特殊货物装卸的使用要求。在完成上述工作之后,还要重点注意以下几个方面:第一,为了增强移动接触网在工作过程中的电气安全性,提升电气性能,要严格管控每一个设计环节。设计人员在进行设计时,需要严格检查设计过程中可能应用到的零部件,对其生产厂家、所用材料进行调查,确保其符合质量要求。第二,在货物装卸的过程中,移动接触网的运行会受到多种外力因素的影响。为了保障其在工作过程中的运行安全性,要根据大型货场的实际情况,采取针对性的措施预防安全问题。例如,可以采用将防撞杆等设备安装在移动接触网周围等方式,减少其受到的外力影响,确保其能稳定运行。第三,确保设计完成投入使用之后的移动接触网具有较强的稳定性和安全性。移动接触网在工作的过程中,会受到自身结构柔性的影响,在进行货物装卸时,受到的荷载作用较强,因此设计人员在设计的过程中要科学计算移动接触网自身结构的柔性,并进行有效分析,确保其能够适应何种复杂工况的使用需求。第四,移动接触网需要承载大量的货物运输工作,其在运行的过程中要具备较强的可适应性和灵活性,需要设计人员在对系统进行设计时,针对不同的结构,选用科学的连接方式,使其能适用各种特殊工况,具有较强的适用性能^[3]。此外,在对联接方式进行选择时,设计人员还要考虑到移动接触网运行时,设备运行方向不固定、货物形状不固定以及货物大小不固定等各种因素。第五,移动接触网在工作的过程中会产生一定的柔性,为了不对正常的货物运输状态产生影响,就要采取有效的方式补偿和调整系统本身的柔性。在选择柔性调整和补偿方式时,要根据其实际工况进行有效计算,并对得到的数据进行科学分析,确保其能够满足各种复杂工况对移动接触网的性能需求。

3 机械系统设计

3.1 折臂式腕臂系统

在对新型移动接触网进行设计的过程中,为了提升设备运行的灵活性和稳定性,使用折臂式腕臂系统进行支柱设计。折臂式腕臂呈两段式设计,这样的设计方式在腕臂处增加了旋转关节,使支柱的回缩更加自由,并且增强了折叠伸出功能。支柱处于伸出状态时,可以满足接触限位以及承力索的工作需求;处于回缩状态时,结束货物装卸工作^[4]。与传统的腕臂设计相比较,这种设计方式的优势明显。折臂式腕臂设计使支柱在折弯过程中具有较大的移动余量,避免在工作过程中受到阻力的影响。当接触线和承力索拉动折臂式腕臂装置时,不会受到较大的张力影响,并且运行过程平稳,这样的结构设计使移动式接触网的使用年限有效延长。采用折臂式腕臂设计的支柱在工作状态中,能够将接触线和承力索进一步移动到铁路侧边,不会占用铁路上方空间,为吊装装卸作业提供更加充足的空间,确保整个货物装卸过程的安全稳定。

3.2 滚珠丝杠传动系统

在对新型移动接触网进行设计的过程中,使用滚珠丝杠完成终端下锚装置的传动过程。这种传动方式是机械设计中比较常用的一种,通过滚珠实现整个滚动螺旋传动过程,尤其适用于回转运动与直线运动之间的转化,在作业过程中耗费的扭矩较小,并且能够产生足够的推力作用,因此,该种传动方式适用于移动接触网的传动过程。在传动的过程中,螺母与丝杠轴之间会产生滚动摩擦,这种滚动摩擦会增加滚珠丝杠的传动效率,提升其传动精确度,增强轴向刚度。在确保设备平稳运行的过程中,减少磨损,延长使用寿命。例如,在某大型货场中,移动接触网单次运工作所耗费的时间约为23 s,产生的轴向荷载约为300 N。并且丝杠螺母的运行速度为75 mm/s,工作位置与非工作位置之间的距离为1 500 mm。使用C10级轧制精度设计,滚珠丝杠的使用寿命预设为10 000 h^[5]。设计人员在对该大型货场的移动接触网进行设计时,需要对滚珠丝杠运行过程中的动静荷载、转速以及系统导程进行精确计算,从而确定最终使用的丝杠类型,确保滚珠丝杠在运动过程中产生的轴向荷载可以被导轨完全消耗。为了增强移动接触网工作过程的平稳性,在对滚珠丝杠进行设计时,可以选用双导轨的设计方式,在左右两端都设置一根导轨,并根据实际工作情况设置导轨上的滑块数量,确保新型移动接触网投入使用之后可以提升整个货物装卸过程的工作效率。

4 电气系统设计

4.1 低压电气系统

低压电气系统是移动接触网运行的核心,能够确保其为整个货物装卸过程提供稳定的电能供应,因此技术人员在对低压电气系统进行设计时,要注意以下两个方面:第一,限制装置与螺母定位。在对螺母的行进距离进行计算的过程中,因为采用丝杠距与丝杠转动圈数之间的乘积计算精确性不高,并且在丝杠长期运行之后,还会有累积误差产生,因此在对滚珠丝杠传动装置进行设计时,需要考虑到定位装置设计。此外,如果滚珠丝杠在运行的过程中,不采用有效方式阻挡丝杠结构中的螺母^[6],就会产生滑脱问题,影响丝杠的正常工作过程。所以为了增强滚珠丝杠运行的稳定性,就要对其结构中增加限位设计。在对定位和限位结构进行设计时,技术人员可以通过限位器或者传感器完成,其中光电传感器是经济效益较高并且比较常见的传感器,但是这种传感器在工作的过程中会指定距离受到货场中异物和扬尘的影响,造成误触。因此,技术人员在选用传感器时,要加设接近开关,增加遮蔽物与开关触头之间的距离,确保只有遮蔽物达到并且占有开关触头 1/3 以上面积时才能触发开关,这样的设计避免开关在使用的过程中因异物触发,适用于大型货场等环境比较复杂的区域。在设计接近开关时,要确保定位和限位装置都分别由一对开关控制,为了实时控制移动接触网的运行位置,可在螺母运行轨道处设置一对开关;而另一对开关则设置在正常行程之外,负责在丝杠传动系统工作出现异常情况下,避免有螺母脱出。第二,选择滚珠丝杠驱动电机。在移动接触网工作的过程中,丝杠传动会产生一定的参数,设计人员可以通过对这些参数的计算和分析,确定驱动电机的扭矩和转速,并且因为滚珠丝杠不具备自锁功能,因此在选用电机类型时,就要考虑其是否可以实现正反馈调节,同时要做好接地处理,以避免电机在工作过程中产生的感应电压影响整个系统的稳定运行。

4.2 高压电气系统

在对高压电气系统进行设计时,要确保固定接触网与移动接触网之间有隔离开关串联,借助软铜绞线将开关与接触网之间有效连接。软铜绞线的驰度较强,能够对柱式绝缘子起到支撑作用。接触网在工作的过程中,由牵引变电所提供其所需要的电压,并且确保所有设备和结构都与大地相连。当列车通过时,移动接触网会产生高压电,如果使其保持带电状态完成装卸作业,那么就会增加触电事故发生的风险,这不仅仅会威胁人员的生命安全,还会对弱电设备产生直接影

响,设计人员在进行设计时就要设置互锁系统。在移动接触网中,将货物移入工位与货物装卸开启命令之间作为互锁结构,只有关闭倾卸装置时,才可以将移动接触网移入指定位置,而在开启状态下则不能引入。将滚珠丝杠中的隔离开关与驱动电机设置为互锁结构,断开隔离开关时,驱动电机可以正常工作,为移动接触网的正常运行提供动力;断开隔离开关时,驱动电机处于静止状态,相应的移动接触网也处于静止状态。因为移动接触网在工作的过程中,高压电器系统会产生较大的电压,因此设计人员要针对移动接触网的实际情况,为其设置高压验电装置以及电气故障报警装置^[7]。这些装置可以保证移动接触网在工作状态下出现机电故障和误触都能及时报警,使工作人员能及时发现故障问题并采取解决措施。

5 结束语

电气化铁路大型货场采用新型移动接触网系统,具有架设简单、施工方便、经济性好等诸多优点。这种设计不仅满足了电气化铁路的使用需求,还显著提高了货物装卸组织效率,降低了作业成本。通过优化设计,接触网可灵活移动,为装卸作业腾出空间,并在作业完毕后迅速恢复。新型移动接触网系统在可靠性、耐用性和安全性方面进行了相应的优化,确保了铁路运输的安全与高效。

参考文献:

- [1] 何常红,赵琨,朱鹏飞,等.电气化铁路大型货场新型移动接触网设计[J].中国铁路,2023(09):79-84.
- [2] 王正,冯勇,李逢源,等.关节式移动接触网小锚段在区间隔断门处的应用研究[J].电气化铁道,2022,33(S01):197-199,203.
- [3] 刘成宝,宋梦杰.浅析专用线移动接触网新型控制装置技术[J].太原铁道科技,2022(04):12-13.
- [4] 郎天翼,王浩,刘震卿,等.移动龙卷风作用下高铁接触网风振响应分析[J].振动工程学报,2022,35(04):969-975.
- [5] 杨隽睿,于晓英,刘名军,等.铁路贯通装卸线下沉式移动接触网结构及可靠性研究[J].西北师范大学学报:自然科学版,2023,59(06):50-57.
- [6] 林凯伦,杨元维,高贤君,等.多级索引框及移动向量联合的接触网提取方法[J].测绘通报,2023(11):82-87.
- [7] 庞永亮,师渊.移动式三维激光扫描技术在隧道接触网施工中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(09):165-169.