

HXD1型电力机车牵引控制电源板启动时序优化

郭花花 孟辉

国能朔黄铁路发展有限责任公司机辆分公司 062350

【摘要】HXD1型电力机车凭借其出色的性能以及广泛的应用范围,在我国铁路货运领域扮演着极为重要的角色,发挥着不可替代的关键作用。牵引控制电源板作为HXD1型电力机车牵引控制系统的核心组成部分之一,为整个系统的稳定运行提供着不可或缺的关键电力支撑。该电源板启动时序是否合理,不仅会对电源板自身的性能表现和使用寿命产生直接影响,而且还与整个牵引控制系统的工作状况以及机车的运行安全密切相关。然而,就目前实际应用情况而言,HXD1型电力机车牵引控制电源板的启动时序存在着一些亟待解决的突出问题。这些问题已经在一定程度上对机车的高效运行造成了不良影响。所以,本文将针对HXD1型电力机车牵引控制电源板启动时序开展优化研究工作,旨在为HXD1型电力机车稳定运行助力。

【关键词】HXD1型电力机车;牵引控制;电源板;启动时序

Optimization of starting timing of traction control power board for HXD 1 electric locomotive

Guo Huahua Meng Hui

Energy Shuohuang Railway Development Co., LTD. Machinery Branch 062350

【Abstract】HXD 1 type electric locomotive, with its excellent performance and a wide range of applications, plays an extremely important role in the field of railway freight in China, and plays an irreplaceable key role. As one of the core components of the HXD 1 electric locomotive traction control system, it provides an indispensable key power support for the stable operation of the whole system. Whether the starting timing of the power board is reasonable will not only have a direct impact on the performance and service life of the power board itself, but also be closely related to the working condition of the whole traction control system and the operation safety of the locomotive. However, there are some outstanding problems in the starting timing of HXD 1 electric locomotive. These problems have caused a negative impact on the efficient operation of the locomotive to some extent. Therefore, this paper will carry out the optimization research work of HXD 1 electric locomotive, aiming to facilitate the stable operation of HXD 1 electric locomotive.

【Key words】HXD 1 electric locomotive; traction control; power board; start sequence

引言:

随着铁路运输持续朝着高速化、重载化以及智能化的方向迈进,对电力机车的性能和可靠性提出了更为严苛的要求。HXD1型电力机车作为我国自主研制的先进电力机车代表之一,在契合行业发展趋势的过程中遭遇了诸多挑战。牵引控制电源性能的提升对于满足机车不断升级的运行需求起着举足轻重的作用。启动时序作为电源板工作流程中的关键一环,直接左右着电源板的输出稳定性以及系统的整体性能表现。在当下行业对机车可靠性和运行效率的要求与日俱增的大环境下,对HXD1型电力机车牵引控制电源板的启动时序加以优化,是提升机车综合性能、顺应行业发展潮流的必然之举。

一、HXD1型电力机车牵引控制电源板问题概述

(一)启动时间过长

在HXD1型电力机车的实际运营过程中,牵引控制电源板的启动时长普遍比预先设想的要久。通过对多台该型机车进行实地监测,并对所得数据进行统计分析后发现,电源板自接收到启动信号起,直至输出稳定电源,这一过程平均耗时达到了4-6秒。然而,从理想状况来说,启动时间应当控制在2秒以内。启动时间过长这一情况,不仅会使得机车的整备时间被延长,进而降低铁路运输的整体效率,而且在遇到紧急状况时,还可能影响到机车的及时响应能力,给铁路运输的安全埋下潜在的隐患。

(二)启动稳定性差

电源板在启动阶段的稳定性表现不佳,具体体现为输出电压存在较大幅度的波动。在启动的初始阶段,输出电压的波动区间能够达到额定电压的正负10%至正负15%,这一波动范围远远超过了规定允许的正负5%。如此明显的电压波动情况,极有可能对牵引控制系统里的其他电子设备造成冲击,进而干扰这些设备的正常运行。并且,经过长时间的累积影响,还可能会缩短设备的使用年限,导致维护成本有

所增加。

（三）启动过程功率波动明显

在电源板启动的这个阶段,其输出功率的波动情况比较突出,呈现出较为剧烈的态势。这种功率的波动所带来的影响是多方面的。一方面,会对电网产生一定程度的冲击,进而对电网的稳定运行造成不利影响。另一方面,可能使机车牵引系统中的各个部件承受额外的应力。在这种额外应力的长期作用下,会加速部件的磨损速度,使得部件的使用寿命缩短,最终降低整个机车牵引系统的可靠性。

二、HXD1型电力机车牵引控制电源板问题成因

（一）硬件设计不合理

首先,输入滤波电路参数不当。输入滤波电路在选取电感和电容参数时,没有充分考量电源板启动时的特点。若电感值过大,会使得充电速度变得迟缓,从而延长了电源板的启动时间;要是电容值设置不合理,就无法有效地对输入电压进行平滑处理,导致在启动过程中电压波动幅度较大,这进一步对电源板启动的稳定性产生了不良影响。其次,功率变换电路性能局限。功率变换电路所采用的开关管,其导通和关断的时间较长,这对电源的转换效率和启动速度形成了限制。与此同时,功率变换电路的散热设计不够完善,在电源板启动过程中,开关管的温度会迅速升高,性能随之下降,这进一步加剧了功率波动的情况,也让启动稳定性的问题变得更加严重。最后,控制电路响应迟缓。控制电路里的微处理器处理速度较为缓慢,在电源板启动期间,需要开展大量的初始化操作以及参数检测工作,这就造成了响应速度迟缓。除此之外,控制电路和其他电路之间的通信接口设计存在不足之处,数据传输会出现延迟现象,进而对整个电源板启动时的协调性能产生了影响。

（二）软件算法缺陷

首先,启动控制算法复杂繁琐。当前所使用的启动控制算法复杂程度过高,其中包含了大量不必要的步骤以及判断条件。在电源板启动时,微处理器需要耗费大量的时间来执行这些繁杂的算法,这就使得启动流程变得十分冗长,进而增加了启动所需的时间。其次,反馈控制算法不完善。反馈控制算法在电源板启动阶段,无法及时且精准地依据输出电压和电流的变化情况来调整控制策略。举个例子,当输出电压出现波动时,反馈控制算法的响应速度较为迟缓,不能迅速采取有效的措施来稳定电压,最终导致电源板启动的稳定性较差。最后,功率控制策略不合理。在电源板启动的过程中,功率控制策略没有充分考虑到负载的动态变化情况。当负载在瞬间增加时,功率控制策略无法及时对输出功率进行调整,从而造成功率波动现象十分明显。

三、HXD1型电力机车牵引控制电源板启动时序优化方案

（一）硬件优化设计

在HXD1型电力机车牵引控制电源板的优化工作中,硬件优化设计势在必行。首先,优化输入滤波电路参数。对输入滤波电路中的电感和电容参数进行重新计算与挑选。依据电源板启动期间电流和电压的变化特点,适当减小电感值,以此加快充电速度,进而缩短电源板的启动时间。与此同时,对电容配置进行优化,选用合适的电容组合方式,增强对输入电压的平滑处理效果,降低电源板启动过程中出现的电压波动。其次,升级功率变换电路。选用导通和关断时间更短的高性能开关管,以此提升功率变换电路的工作频率和转换效率,加快电源板的启动速度。强化功率变换电路的散热设计,增大散热片的面积,对散热风道进行优化,保证开关管在电源板启动过程中能够维持良好的工作温度,确保其性能稳定,减少功率波动的情况。最后,改进控制电路。采用处理速度更快的微处理器,减少电源板启动过程中进行初始化操作和参数检测所花费的时间。对控制电路和其他电路之间的通信接口进行优化,采用高速且可靠的通信协议,降低数据传输的延迟,提高控制电路的响应速度以及协调性能。

（二）软件算法优化

在HXD1型电力机车牵引控制电源板的优化工作中,软件算法的改进至关重要,主要可从简化启动控制算法、完善反馈控制算法以及优化功率控制策略这三个方面着手。首先是简化启动控制算法。现有的启动控制算法由于存在诸多不必要的步骤和复杂的判断条件,使得微处理器在执行启动控制程序时效率低下,导致电源板启动时间过长。因此,需要对现有的启动控制算法开展全方位的梳理与简化工作。仔细甄别并剔除那些对启动过程没有实质作用的步骤和判断条件,对算法流程进行科学优化。如此一来,微处理器就能迅速执行启动控制程序,极大地缩短电源板的启动时间,提高机车的启动效率。其次是完善反馈控制算法。当前反馈控制算法对输出电压和电流变化的响应速度较慢,无法及时稳定输出电压,影响了电源板启动的稳定性。所以要研发更为先进的反馈控制算法,提升其响应速度。运用自适应控制算法是一个很好的途径,能够依据电源板的实时工作状态自动调整控制参数。当输出电压出现波动时,自适应控制算法能快速响应,及时调整参数,保证输出电压在启动过程中始终维持稳定,减少对其他电子设备的冲击。最后是优化功率控制策略。在电源板启动过程中,负载的动态变化往往会导致功率波动,影响系统的稳定性。通过构建负载动态模型,可以对负载的实时变化情形进行精准预测。在电源板启动过程中,根据负载的实时变化情况,提前对功率控制策略做出调整。当检测到负载即将增大时,提前增加输出功率,防止出

现功率波动,确保在启动过程中实现功率的稳定输出,提高机车牵引系统的可靠性。

四、HXD1型电力机车牵引控制电源板启动时序优化方案验证

(一) 验证方法

首先,搭建实验平台。在实验室的环境条件下,搭建一个与HXD1型电力机车牵引控制电源板实际工作场景高度相似的实验平台。该实验平台涵盖了模拟电源、负载、数据采集设备,以及用于模拟机车牵引控制系统的相关电路。其次,数据采集与监测。在电源板启动的过程当中,借助高精度的数据采集设备,对电源板的输入电压、输入电流、输出电压、输出电流以及功率等参数进行实时采集。与此同时,对电源板的启动时间、输出电压的波动状况以及功率的波动情况开展监测工作。最后,对比实验。分别针对优化之前和优化之后的电源板进行多次启动实验,并且在每次实验时采集相同类型的数据。通过将优化前和优化后的实验数据进行对比,以此来评估优化方案所取得的效果。

(二) 验证效果

首先,启动时间显著缩短。通过多次实验进行验证,优化之后的电源板启动时间平均能够缩短至1.5秒以内。与优化之前4-6秒的启动时间相比,启动时间缩短了大约60%-75%。这一优化成果满足了理想状态下的启动时间要求,极大地提升了机车的启动效率。其次,启动稳定性大幅提升。完成优化后,电源板在启动过程中,输出电压的波动范围被控制在额定电压的正负3%以内。这一指标远远优于优化前正负10%-正负15%的波动范围,有效地减少了对牵引控制系统中其他电子设备的冲击。从而提高了这些设备运行的稳定性,同时也延长了设备的使用寿命。最后,功率波动明显减小。在启动过程中,优化后的电源板输出功率的波动幅度有了明显地减小。功率波动范围被控制在额定功率的正负5%以内,相较于优化前有了显著的改善。这一优化降低了电源板启动时对电网造成的冲击,提高了机车牵引系统的可靠性。

(三) 验证结果分析

参考文献

- [1]龙光海,龚事引.HXD1型电力机车牵引控制电源板启动时序优化[J].科技创新与应用,2019(13):142-143.
 - [2]蕙勇.HXD2型电力机车牵引控制电源板启动时序优化[J].铁道机车与动车,2019(2):39-41.
 - [3]罗伟涛.HXD2型电力机车牵引控制网关机电源板功能优化[J].内蒙古科技与经济,2022(5):85-86.
 - [4]王永刚,何勇,刘鹏.具有冗余输出功能的电源设计[J].内燃机与配件,2020(10):101-102.
 - [5]姜涛,程存欣,许明夏.基于T型三电平的大功率高频辅助电源箱的研制[J].电力电子技术,2022,56(1):126-129.
- 作者简介:郭花花(1983.4-)女,山西方山人,大学本科,工程师,研究方向:铁路机车电工检修专业。

从验证得出的结果能够清晰地看到,借助对硬件设计进行优化以及对软件算法加以改进,HXD1型电力机车牵引控制电源板的启动时序实现了有效优化。在硬件层面,对输入滤波电路的参数进行优化、对功率变换电路予以升级,并且改进控制电路,从物理特性方面提升了电源板的性能以及响应速度。具体而言,优化输入滤波电路参数可改善电源输入的稳定性和充电速度;升级功率变换电路能提高转换效率和启动速度;改进控制电路则可增强控制的及时性和准确性。在软件方面,简化启动控制算法、完善反馈控制算法以及优化功率控制策略,让电源板在启动进程中的控制变得更为精准且高效。简化启动控制算法减少了不必要的步骤,加快了启动程序的执行;完善反馈控制算法能根据输出实时调整,确保输出稳定;优化功率控制策略可适应负载变化,保证功率稳定输出。硬件优化和软件改进相互配合、协同作用,共同攻克了电源板启动时间过长、稳定性欠佳以及功率波动显著等难题,提升了电源板的整体性能表现。这为HXD1型电力机车的稳定运行提供了坚实且有力的保障,使得机车在运行过程中能够更加可靠、高效地获取电力支持。

总结:

综上所述,本文聚焦于HXD1型电力机车牵引控制电源板启动时序所存在的问题,进行了深入且细致的成因剖析,并提出了一套全面的优化方案。此方案从硬件优化与软件算法改进两方面入手,有效达成了缩短电源板启动时间的目标,显著增强了启动稳定性,大幅减小了功率波动情况。经过一系列严格的实验验证,该优化方案成效显著,使得电源板的性能得到了显著提升。不过,随着铁路运输技术持续向前发展,以及对电力机车性能要求的不断提高,在未来,我们仍需持续高度关注电源板的性能优化工作。要不断探索新的技术手段和方法,从而更好地适应更为复杂多变的运行环境以及更为严苛的运行要求。与此同时,本文所取得的研究成果,不仅仅对HXD1型电力机车牵引控制电源板的优化有着重大意义,还为其他型号电力机车电源板的设计与优化工作提供了极具价值的参考依据。