

# HXD3C/A 型机车雨刷器开关烧损故障浅析

黄锋

乌鲁木齐局集团公司库尔勒机务段, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** HXD3C/A 型机车雨刷器开关在实际应用中, 因设计、安装及维护不当, 易出现烧损故障。论文针对此问题, 从电路设计、机械结构等方面进行分析, 提出改进方案。首先, 对雨刷器开关的电路原理进行解析, 分析可能导致开关烧损的电气因素。其次, 从机械角度分析开关安装位置、雨刷器驱动机构与开关之间的关系, 探讨安装与维护不当对开关烧损的影响。最后, 结合实际情况, 提出针对性的改进措施, 为 HXD3C/A 型机车雨刷器开关的优化设计、安装及维护提供参考。

**关键词:** HXD3C/A 型电力机车; 雨刷器电机; 复位联锁

## Analysis of the Wiper Switch Burnout Fault of HXD3C/A Locomotive

Feng Huang

Urumqi Bureau Group Corporation Korla Locomotive Depot, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** The HXD3C/A locomotive wiper switch is prone to burnout in practical applications due to improper design, installation, and maintenance. The paper analyzes this issue from the aspects of circuit design, mechanical structure, etc., and proposes improvement solutions. Firstly, analyze the circuit principle of the wiper switch and identify the electrical factors that may cause the switch to burn out. Secondly, from a mechanical perspective, analyze the installation position of the switch, the relationship between the wiper drive mechanism and the switch, and explore the impact of improper installation and maintenance on switch burnout. Finally, based on the actual situation, targeted improvement measures are proposed to provide reference for the optimization design, installation, and maintenance of the HXD3C/A locomotive wiper switch.

**Keywords:** HXD3C/A electric locomotive; wiper motor; reset interlock

## 1 概述

HXD3C/A 型电力机车 2014 年 12 月配属乌鲁木齐铁路局, 主要承担兰新线乌鲁木齐—哈密—库尔勒间的客、货运列车牵引任务。该型机车主要使用吉林恒辉集团有限公司的 GYQ-HXD3C 型(货型机车)、GZL-HXD3C(客型机车)雨刷器以及吉林省公主岭市机车配件厂生产的 GYQ-HXD3C 型(客型机车)雨刷器电机。

以上三种雨刷器电机的结构与国内其他厂家生产的雨刷器电机在额定功率、额定电压、工作原理等方面完全一致。由于制造尺寸等方面存在差异, 因此无法互换。HXD3C/A 型机车在乌鲁木齐局的实际运用中, 发生了大量雨刷器开关烧损的故障。经过分析, 发现造成该故障的主要原因是雨刷器电机复位联锁的存在设计以及质量缺陷。论文对 HXD3C/A 型机车雨刷器电机工作原理的分析, 结合对造成雨刷器开关烧损故障的原因分析, 提出优化措施及改进建议。

## 2 HXD3C/A 型机车雨刷器电机工作原理

HXD3C/A 型机车雨刷器电机工作原理如图 1 所示。

第一, HXD3C/A 型机车雨刷器控制、驱动装置、喷淋装置三个部分。

①控制部分, 这一部分的核心是雨刷器开关, 它负责

控制整个雨刷器系统的运作。在 HXD3C/A 型机车中, 采用的是 ADA 公司的 DC-13 型开关, 这种开关设计用于直流 110V 的电压和 0.8A 的电流, 确保在机车电源系统中能够稳定工作。

②驱动装置, 这部分包括两台驱动电机和刷杆传动装置。驱动电机负责提供动力, 通过刷杆传动装置将动力传递给雨刷器, 使其能够进行有效的刮水作业。

③喷淋系统, 这个系统由水泵电机、储水箱和相关管路组成。水泵电机负责将水从储水箱中抽出并通过管路送至雨刷器, 以实现喷淋功能。

这三个部分共同构成了 HXD3C/A 型机车雨刷器的整体系统, 它们协同工作, 以确保机车在雨天或其他恶劣天气条件下的视野清晰。在实际应用中, 每个部分的设计、安装和维护都是确保系统可靠性的关键因素。

第二, HXD3C/A 型机车雨刷器按照雨刷器开关的触点设计位置, 分别采取“快速+喷淋”“停止”“复位”“快速”“慢速”“间歇”六个工作模式。

①“快速+喷淋”模式, 这个模式下, 雨刷器以快速的速度刮水, 同时喷淋系统也会工作, 喷洒水分以更好地清除挡风玻璃上的雨滴。

②“停止”模式, 当不需要雨刷器工作时, 驾驶员

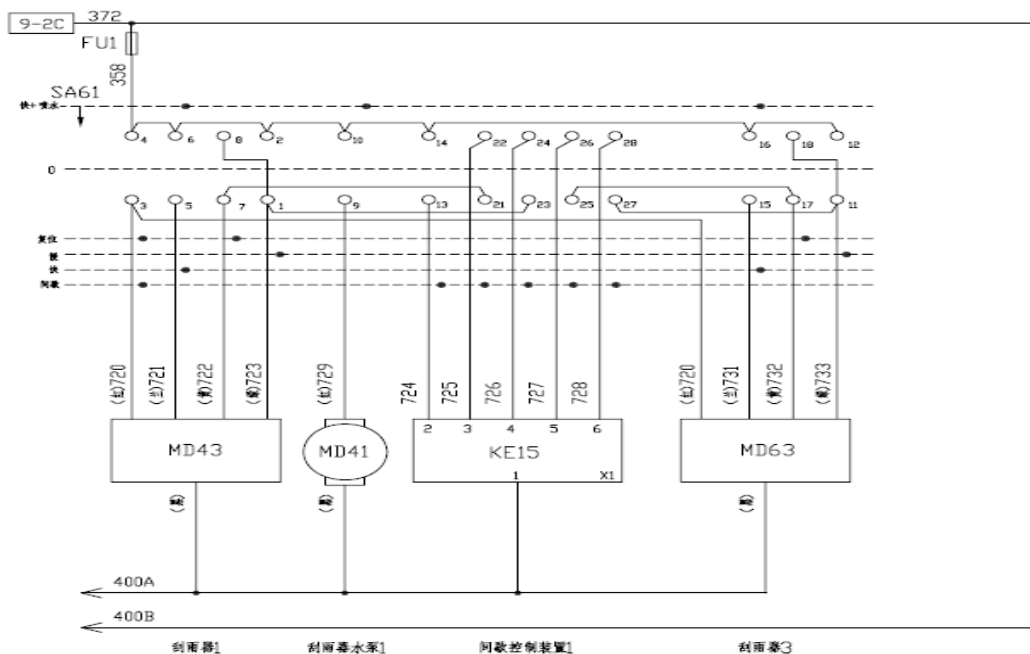


图 1 HXD3C/A 型机车雨刷器电机工作原理

可以将雨刷器置于停止模式，以避免不必要的运动和能源消耗。

③“复位”模式，这个模式用于将雨刷器系统恢复到初始状态，可能是在完成一次刮水周期后，或者在系统出现故障时使用。

④“快速”模式，与“快速+喷淋”模式类似，但此时喷淋系统不会工作，仅雨刷器以快速速度刮水。

⑤“慢速”模式，当降雨较轻或者驾驶员需要更精细的清洁时，可以选择慢速模式，雨刷器以较慢的速度刮水。

⑥“间歇”模式，这个模式是雨刷器工作的间歇性模式，它会在一定时间间隔内自动启动和停止刮水，适合于轻微降雨或者驾驶员希望在不时清除玻璃上的水珠。

这些工作模式的选择依赖于驾驶员的判断和实际驾驶需求，通过雨刷器开关的不同触点组合来实现。设计这些模式是为了提高雨刷器的灵活性和适应性，确保在任何天气条件下都能提供清晰的视线。

### 3 故障分析

第一，2020 年，HXD3C/A 型机车在我段运用过程中，雨刷器电路发生故障件数共计发生 27 故障次，如表 1 所示。

表 1 2020 年雨刷器电路故障配件统计

故障部位	发生件数	故障比例
雨刷器保险	25	92.59%
雨刷器开关	22	81.48%
雨刷器电机	27	100%

通过统计可看出，当每次雨刷电路发生故障时，雨刷器电机对应的也会发生故障。HXD3C/A 型机车雨刷器电路发生故障的原因多种多样，可能涉及电气元件损坏、线路问

题、接触不良、设计缺陷、环境因素、维护不当以及机械故障等。例如，雨刷器开关、保险丝、电机等元件可能因为过载、老化或制造缺陷而损坏；线路可能因为老化、破损、短路或断路而出现问题；插座、接线端子或其他连接部件可能因为松动、氧化或腐蚀而造成接触不良。此外，雨刷器电路设计可能存在缺陷，导致在特定条件下容易发生故障。机车在恶劣环境下运行，如高温、高湿、盐雾等，可能加速线路和元件的老化。维护不当，如不正确的清洁方法或使用非标准部件，也可能导致电路故障。虽然不直接涉及电路，但机械部件的故障，如刷杆传动装置的故障，也可能影响雨刷器电路的正常工作。因此，对于这些潜在的故障原因，应进行详细的检查和诊断，以确定具体原因，并采取相应的修复措施，如更换损坏的元件、修复或更换线路、清理接触点、调整或加固连接等。

第二，对雨刷器电机进行拆解检查发现，电机复位联锁都存在烧损、触头粘连等问题（见图 2），测量雨刷器电机联锁的开距不足 2mm。而测量电机自身的绕组阻值均没有发生短路、开路等现象，在试验台上试验电机均能够正常转动。



图 2 雨刷器电机复位触指均存在烧损现象

第三，按照机车雨刷器“复位”模式对电机进行试验，发现当电机连锁在“复位点”断开的瞬间存在较大的电弧现象（见图3）。

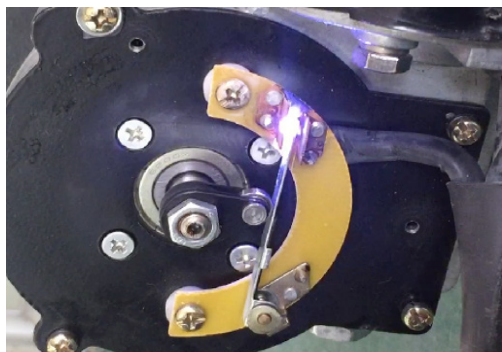


图3 雨刷器电机复位触指断开瞬间的拉弧现象

第四，雨刷器“复位”电路分析（见图4）。从雨刷器电机复位电路的电流流经可以看出，SA61雨刷器开关置“复位”位置，雨刷器电机的连锁的动触头接通电源正端，雨刷器电机开始转动；当雨刷器电机转动到设定位置时，凸轮断开连锁的电源正端，接通电源负端，使电机电枢回路形成开路，以达到“复位”的目的。通过试验时的连锁电弧现象以及电机连锁的烧损现象，可以确定HXD3C/A型机车雨刷器电机存在问题。一是连锁开距过小，在断开过程中无法有效灭弧，金属液桥转移导致连锁粘连；二是采用“正转负”的电源转换模式存在短路的问题。当这两因素加起来就造成了雨刷器开关“复位触指”烧损的问题。

### 4 优化措施以及效果

第一，基于上述分析，可通过以下优化控制措施。

①在HXD3C/A型机车雨刷器系统中加入电流检测传感器是一个有效的预防措施，旨在监控电机的工作电流，并据

此灵活设定过流保护值。这样的措施可以显著降低雨刷器在正常运行过程中因电流过大而导致的故障风险。通过实时监测电机电流，系统可以快速识别出超过设定值的电流，从而立即启动保护机制，切断电源或采取其他措施，避免电气电路中的保险管、开关、电机和连接插头及导线因过流而受到烧损。过流保护可以减少意外故障的发生，确保雨刷器系统的稳定运行，减少维修成本和停机时间。在雨刷器系统出现异常时，过流保护可以防止潜在的火灾风险，保障机车安全。防止过电流对电气元件的损害，可以延长保险管、开关、电机等关键部件的使用寿命。过流保护值的设定可以帮助维护人员及时发现潜在的故障点，进行有针对性的检查和维护，从而预防故障的发生。总之，通过在雨刷器系统中加入电流检测传感器并设定合理的过流保护值，可以有效避免由于电流过大而引起的电气故障，保障机车雨刷器系统的正常运行和行车安全。

②选用无触点电子开关管来替代机械式接触开关是提升HXD3C/A型机车雨刷器系统性能的一项重要改进。机械式接触开关在断开或闭合电路时可能会产生电弧，这种电弧会随着时间的推移烧损开关的触点，导致接触不良甚至无法正常工作。机械式接触开关在频繁的开关动作中会经历机械磨损，这也会降低其工作效率和寿命。无触点电子开关管没有机械运动部件，因此不会出现机械磨损，可以显著延长开关的使用寿命。无触点开关通常具有更高的电子控制精度，可以提供更稳定的开关性能，减少故障发生的概率。无触点开关能够更快地响应控制信号，提高系统的响应速度和效率。由于无触点开关的耐用性更高，可以减少更换频率，从而降低维护成本。通过这些优点，选用无触点电子开关管可以有效提升HXD3C/A型机车雨刷器的使用寿命和稳定可靠性，确保其在长期运行中的性能表现。

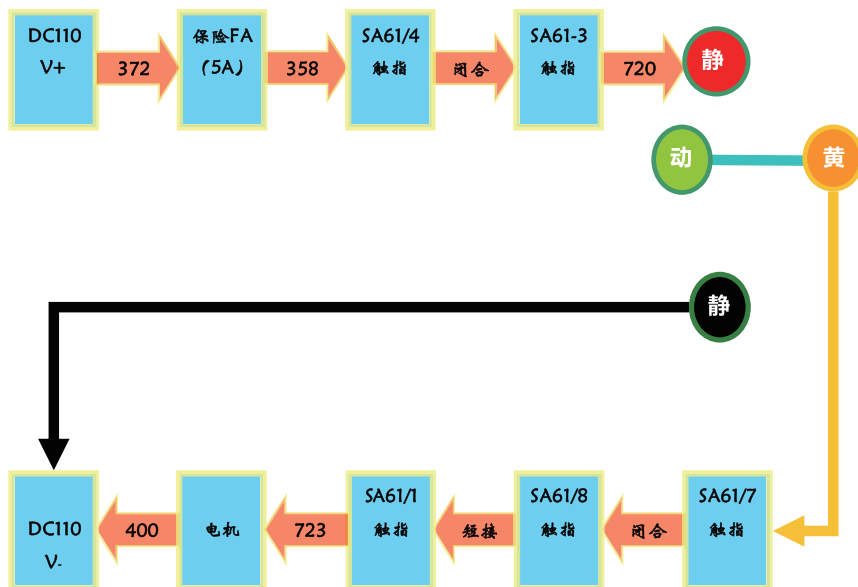


图4 雨刷器电机复位电路分析图

③在HXD3C/A型机车雨刷器系统中新增制动电阻是一个重要的设计改进,它有助于确保电机在从运行状态切换到停止状态时的平稳过渡,当雨刷器电机从运行状态突然停止时,电机中的电动势(反电动势)可能会导致电流冲击。制动电阻能够消耗这部分电动势,防止产生瞬间冲击大电流。过消耗反电动势,制动电阻有助于保护电路免受突然的电流冲击,从而防止烧损电机、保险管、开关和其他电气部件。制动电阻的作用是使雨刷器能够平稳地停止在复位区,而不是突然停止或反弹,这样可以提高系统的整体稳定性和可靠性。通过减少对电机和其他电气部件的冲击,制动电阻有助于延长整个雨刷器系统的使用寿命。平稳的停止过程可以减少由于突然的电流冲击而可能引发的安全隐患,确保机车雨刷器的可靠运行。通过在雨刷器系统中新增制动电阻,可以有效防止电机停止时产生的反电动势导致的瞬间冲击大电流,保障系统的稳定性和可靠性,同时延长设备的使用寿命,提高行车安全。

④更换电机联锁额定复位弹簧以及增大联锁的开距。一是将电机的复位联锁更换为。动作迅速、通断能力强的速动开关。拆除电机原装的复位联锁后,通过制作触头安装支架,在电机传动端安装一个TK867型速动开关;二是为防止短路,拆除雨刷器电机复位连锁的负端接线;三是为抵消驱动装置惯性动作,制作扇形弧度为 $30^{\circ}$ 的凸轮。采用上述改造措施后,整体效果见图5。

⑤拆除联锁接电源负端的插头接线。通过对前期电路的分析,此负端接线对电机电路作用不大,改造非常简单。

⑥复位电路加装保险座。选用我段内燃机车使用效果好、价格低的保险座,通过对保险座进行焊接、防护,并根据单台电机的额定电流,我们选择容量为1A的氖管保险。在试验台上进行电机短路试验证明,1A的保险在保证电机

正常工作的同时,能够起到对雨刷器开关的保护作用。



图5 速动开关触头支架对比图

第二,试验效果。经过改造后的雨刷器电机在试验台上速动开关在断开过程中,完全看不到有电弧的存在。

## 5 结论

通过对雨刷器电机开关的改造,通过实践,有效解决HXD3C/A型机车雨刷器电机烧损的问题。我段已将该项改造方案纳入其他配属的机车雨刷器电机改造中。截至2024年3月1日,我段先期改造32台机车,跟踪运用的80台机车经过12个月的试验,雨刷器工作正常。

### 参考文献:

- [1] HXD3C型机车电器控制原理[Z].
- [2] HXD3C型大功率交流传动电力机车[Z].
- [3] 卢永波,冯颜学.GFX3S型电力机车自动过分相系统检修手册[J].河北企业,2015(3).

作者简介:黄锋(1970-),男,中国四川三台人,本科,工程师,从事内燃机车的检修与运用研究。