

DK-2 型制动机高速电磁阀故障分析及优化探讨

赵富春

国能朔黄铁路发展有限责任公司车辆分公司 062350

【摘要】高速电磁阀作为机车制动系统不可或缺的重要组成部分,是机车稳定安全运行的关键。但是因为高速电磁阀故障,导致机车制动能力变差的现象也是有发生,对机车的运行造成了一定的影响。基于此,本文就DK-2型制动机及高速电磁阀的工作原理进行了分析,阐述了DK-2型制动机高速电磁阀故障带来的影响,并对DK-2型制动机高速电磁阀故障、原因、优化方案进行了探讨,对优化高速电磁阀性能,提高DK-2型制动机工作能力提供一丝借鉴与参考。

【关键词】DK-2型制动机;高速电磁阀;工作原理;故障;优化方案

Analysis and optimization of high speed solenoid valve fault in DK-2 type brake
Zhao Fuchun

Machinery and Vehicle Branch of Guoneng Shuohuang Railway Development Co., LTD 062350

【Abstract】As an indispensable part of the locomotive braking system, high-speed solenoid valves are crucial for the stable and safe operation of locomotives. However, malfunctions in these valves can lead to reduced braking performance, affecting the operation of the locomotive. In this paper, we analyze the working principles of the DK-2 type brake and its high-speed solenoid valve, discuss the impact of faults in the high-speed solenoid valve on the DK-2 type brake, and explore optimization strategies for the DK-2 type brake's high-speed solenoid valve. This provides valuable insights and references for improving the performance of high-speed solenoid valves and enhancing the operational capabilities of the DK-2 type brake.

【Key words】DK-2 type brake; high speed solenoid valve; working principle; fault; optimization scheme

引言:

在我国社会经济快速发展的过程中,重载机车以及重载技术发挥了至关重要的作用。提高重载技术,优化重载机车的运输能力势在必行。尤其是现阶段,经济发展对重载列车的运输能力、编组规模均提出了全新的要求,确保重载列车的运输安全也成为重载列车发展的关键核心。将DK-2型制动机与重载机车相结合,利用高速网络通信,不但有效提高了重载机车的制动控制能力,还能够在庞大的数据库的基础上,对重载机车的即时故障进行分析,对提高重载机车运行的安全性与可靠性有着非比寻常的意义,也有效的提高了重载机车维修效率。但是随着机车运行里程与年限的增加,高速电磁阀发生故障的概率明显上升,进而对重载机车制动产生影响,出现了制动上闸慢、缓解闸缸压力下降等问题,导致重载机车的运行存在着较大的安全隐患。为此,加强DK-2型制动机高速电磁阀故障分析,结合高速电磁阀工作原理,在确保高速电磁阀性能稳定发挥的基础上,寻找高效的优化方案,对提高DK-2型制动机性能尤为重要。

一、DK-2 型制动机工作原理

DK-2 型制动机主要是对均衡风缸的压力进行有效控制,在中继阀的作用下,进而实现对列车管压力的控制。在对均衡风缸进行充风操作时,总风管通过 157 (317 代号)

塞门与 55 (318 代号)减压阀,对压力进行精准有效的调控,从而将气压稳定在安全范围内,并通过一系列的处理,将总风送入缓解高速电磁阀 258YV (PWM1),通过保护电控阀 263YV,最终充入至均衡风缸内,完成充风的过程。而在均衡风缸进行减压时,则主要利用高速电磁阀 257YV (PWM2),将均衡风缸中的气体导出,实现均衡风缸压力的精准控制。

DK-2 型制动机在执行相关操作时,主要是利用常用制动或单独制动,在制动控制单元 (BCU) 的控制下,进行精准有效的制动操作。BCU 根据接收到的制动指令,对单制高速电磁阀 260YV 进行控制,并借助该电磁阀进行调节预控风缸压力,从而实现精准控制作用管,在作用阀的作用下输出闸缸压力。缓解时,则是利用预控风缸中的压力,通过单缓高速电磁阀 261YV 进行排气,在作用阀的作用下,将闸缸内的压力空气排向大气,快速实现闸缸压力的释放^[1]。

另外,为了提高制动系统的性能,确保制动系统安全可靠,三通阀则根据列车管在常用制动下的压力变化,使工作风缸向容积室充风形成容积室压力,并作为制动系统的热备冗余。在电控切换阀转空气位并进行制动时,容积室压力则在作用阀的配合下,对闸缸压力进行输出。缓解时,容积室压力则在三通阀的基础上进行排气,闸缸压力则由作用阀进行排气。

总的来说,DK-2 制动机在工作过程中,高速电磁阀是尤为关键的执行部位,在制动机运行过程中,BCU 实时

接收传感器传来的压力值与控制目标值进行比较,逻辑运算,并输出控制信号,相应高速电磁阀接受信号,并通过得失电反复的调节压力,使目标值与实时压力值无限接近,从而有效实现对制动机压力的精准控制。

二、高速电磁阀工作原理

高速电磁阀是通过电磁力控制压缩空气管路的接通与断开,机车制动控制系统需要结合风缸目标值的调整,利用PWM脉宽调制使得高速电磁阀快速得电与失电,有效确保各气路的充风与排风,从而达到控制气动装置的目的。

(一) 高速电磁阀的构成

对于DK-2制动机的高速电磁阀而言,其主要的部件由平衡式提杆阀芯、复位弹簧、线圈、衔铁、阀杆、辅助衔铁及涡形弹簧等组成。在线圈通电后,阀杆开始向下移动,并利用阀芯实现气路的闭合与开启,而如果线圈失电,则是在弹簧的作用下,确保阀芯线向上进行移动,实现气路的开合与关闭。

(二) 机车制动系统中高速电磁阀的作用

对于机车制动系统而言,其主要是在高速电磁阀、压力传感器、PWM脉宽调制方式对压力进行精准有效的控制。在EP闭环模拟控制模式下,制动控制单元BCU通过接受相关的信号,结合均衡风缸内的目标值,与压力传感器上的数值进行对比分析,对进排气高速电磁阀的PWM进行控制,进而实现精准控制均衡风缸的内部压力。加强对电磁阀的保护,有利于在系统出现故障时,能够有效的对均衡风缸进行自动减压排风,提高机车运行的安全性。机车制动机系统中均衡风缸控制模块原理,PWM1、PWM2分别为进、排气高速电磁阀,319YV为均衡保护电磁阀,203BP为均衡风缸压力传感器,BCU通过203BP反馈压力信号,控制高速电磁阀动作,从而形成均衡风缸压力闭环控制(见图1)。

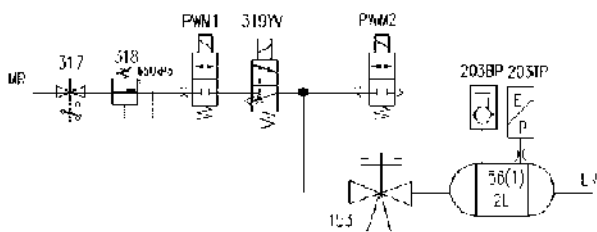


图1 均衡风缸控制模块

三、高速电磁阀故障带来的影响

机车高速电磁阀是机车制动系统中的关键部件之一,其正常工作对于保障机车运行安全至关重要。当高速电磁阀发生故障时,会对机车的运行产生多方面的影响。第一,制动系统失效。高速电磁阀的主要功能是在制动过程中快速响应,控制制动系统的动作。如果高速电磁阀出现故障,极有

可能导致制动系统无法正常工作,进而影响机车的制动效果,增加运行风险。第二,电磁铁故障:电磁铁是高速电磁阀的核心部件,如果电磁铁线圈短路或断路,会导致电磁铁无法正常工作,进而引发高速电磁阀故障,这会严重影响制动系统的响应速度和可靠性。第三,柱塞卡滞:随着运行次数的不断增加,柱塞在工作过程中可能会由于各种腐蚀、积碳等原因导致卡阻,使高速电磁阀无法灵活动作,影响制动系统的灵敏度和稳定性。第四,阀体泄漏:随着运行时间的增加,再加上检修维护不到位,就会导致高速电磁阀的阀体密封性能变差,或者由于长时间运行,阀体内部出现损坏,进而出现泄漏现象,从而影响制动系统的压力控制,降低制动效果^[2]。

四、高速电磁阀故障类型与原因

(一) 故障类型

对DK-2型制动机高速电磁阀故障进行分析,发现大闸运转位均衡风缸压力频繁跳动故障13起、闸缸不缓解2起、均衡风缸减压时间过长7起,均衡风缸压力充风缓慢1起。同时,对高速电磁阀故障现象与BCU数据统计发现,在大闸缓解充风时,高速电磁阀258YV发生卡滞现象,均衡风缸的充分目标值在 $600\text{ kPa} \pm 5\text{ kPa}$ 左右,且压力跳动较为频繁。主要表现为均衡风缸压力不稳,控制程度较差,制动柜内高速电磁阀动作频繁。在制动位时,高速电磁阀258YV发生卡滞,均衡风缸减压时间相对较长或压力上涨。高速电磁阀257YV发生卡滞时,均衡风缸减压时长或减压过量。

(二) 故障原因

1、电磁阀内润滑油脂发生碳化

对发生故障的高速电磁阀257YV、258YV拆卸发现,故障发生部位的衔铁处存在着一定的黑色物质,并对阀芯产生了一定的影响。高速电磁阀因为动作频繁,对于油脂的要求相对较高,但由于制动屏柜周围环境温度相对较高,尤其在夏季此处温度基本为车内最高温度,如此长时间在高温下工作,其所采用的油脂也发生了碳化现象,存在阀芯附近,导致阀芯的动作受到影响,无法达到规定的位置,进而出现了高速电磁阀卡滞,阀口无法关闭或打开,对机车的制动与缓解产生较大的影响。

2、机车风源杂质相对较多

机车风源的质量对高速电磁阀阀口的密封性有着极大的影响,对发生高速电磁阀故障的机车进行拆解,对机车的总风滤尘器、均衡风缸滤尘器、均衡模块滤尘器等进行检查,发现纵缝滤尘器存在着一定的铁屑状异物,均衡风缸滤尘器存在着一定的黑色块状物质,其余滤尘器未发现。高速电磁阀在动作过程中,阀芯柱塞运动配合间隙大约在 $0.1\sim 0.15\text{ mm}$,如果风源质量不高,存在着一定的杂质,这部分细小的杂质可能通过缝隙进行电磁阀内部,久而久之导致高速电磁阀出现卡滞行为,如果高速电磁阀的进气口压力相对较

高,高速电磁阀的动作更为频繁,就会导致均衡压力出现一定的变化波动。另外,高速电磁阀的阀芯两端需要D型圈进行密封,而阀芯在运动的过程中,D型圈与阀芯相互摩擦,也会导致部分细小杂质侵入,并与润滑油脂结合在一起,从而导致高速电磁阀出现卡滞,对机车制动与缓解产生影响^[1]。

五、高速电磁阀故障优化

(一)原有方案

目前来看,DK-2型制动机的高速电磁阀,257YV、258YV、260YV与261YV采用美国的MAC100。该型号的电磁阀阀芯以柱塞式结构为主,主要由线圈、电磁枢、阀杆、磁极块、涡形弹簧、阀芯等部件组成。阀芯两端与阀口形成密封,从而确保阀芯免受进、出口压力的影响。通电时,电磁阀线圈产生的电磁力借助阀杆向着阀芯传递移动,进而打开口。而在失电时,电磁力小时,借助弹簧进行复位,推动阀芯向上移动,进而实现阀口的关闭。在这个过程中,阀芯主要以活塞运动为主,D型圈受运动影响,始终与阀口内壁产生摩擦,而为了保证电磁阀口的密封效果,就必须对阀芯两侧的密封橡胶进行压实,这对空气质量与润滑油质量要求较高,如果发生润滑油脂碳化、堆积杂质较多,就会产生卡滞现象,影响机车的制动或缓解。

(二)优化方案

1、提高润滑油油脂性能

对于高速电磁阀油脂碳化现象,可以采用提高油脂性能的方法。相关部门可以将以往的道康宁33号替换为住美泰P2润滑油脂,从而有效提高润滑油脂在耐高温、高频运动中抵抗性,提高润滑油脂的性能,最大程度上降低衔铁产生的摩擦力,提高油脂的抗碳化能力,延长润滑油脂的使用周期^[4]。

2、增加过滤网

因为总风滤尘器、均衡风缸滤尘器等存在着一定的杂质,表明机车压缩空气质量相对较低,难以最大程度上清除空气中的杂质。而为了确保高速电磁阀发挥应有的作用,提高性能的稳定性的,最大程度上降低卡滞故障的出现,可以在高速电磁阀进气口原有密封垫的基础上增加过滤网,提高高速电磁阀抗杂质的能力,确保高速电磁阀稳定可靠与安全。

3、采用全新的截止式高速电磁阀

截止式高速电磁阀主要以直动截止式结构为主,铁芯、弹簧、静铁芯、阀芯等部件组成,阀芯由电磁力直接驱动。相比于现阶段的高速电磁阀结构,截止式高速电磁阀有着极大的优势。在实际使用过程中,线圈失电之后,动铁芯可以在复位弹簧的帮助下,向下移动,将阀芯推至阀口密封。而在线圈得电之后,受电磁力的影响,动铁芯能够有效克服复位弹簧的反力向上移动,阀芯在复位弹簧的作用下离开阀口,进、出口联通,高速电磁阀处于打开状态。同时,截止式高速电磁阀结构优于以往的柱塞式结构,对于润换油脂的依赖性相对较小,且只有阀口处有着端面密封,风源对其产生的影响相对较小^[5]。

(三)优化效果

提高润滑油脂性能、增加过滤网,通过长时间的验证,都取得了较为理想的成绩。而截止式高速电磁阀也在国家TB/T1392—2015《机车车辆电磁阀》标准下进行了试验,同时也进行了高温高压、浪涌冲击、寿命试验等。实验结果表明,截止式高速电磁阀无论是在高频次、高速动作、高温或低温环境下,阀芯均未出现卡滞现象,其性能更为稳定优秀。随着新型截止式高速电磁阀的投入使用,在机车实际的运行过程中,该电磁阀表现优秀,故障率相对较低,有效的提高了机车的制动或缓解效果,为重载机车的安全可靠运行提供了保障。

总结:

综上所述,本文以DK-2制动机与高速电磁阀工作原理入手,分析了现阶段高速电磁阀常见故障及原因,并对具体的优化方法及优化效果进行了讨论。DK-2制动机高速电磁阀故障,发生卡滞等故障,主要是因为润滑油脂碳化与风源杂质的影响,为此,我们一方面需要提高润换油脂的性能,选择更为合适的润滑油脂。另一方面,加装过滤网,以提高阀芯抵抗杂质能力。同时,积极应用新型的截止式高速电磁阀。截止式高速电磁阀的应用,有效的提高了高速电磁阀的性能与稳定性,提高了机车的制动或缓解能力,对重载机车安全稳定的运行至关重要。

参考文献

- [1]赵煜,熊梅.DK-2型制动机高速电磁阀故障分析及优化[J].技术与市场,2025,32(01):54-59.
 - [2]张茂松,郝保磊,夏军,等.机车制动控制系统均衡风缸压力控制方法研究[J].铁道机车与动车,2023,(08):12-14+30+5.
 - [3]李浩宸,王树森,姜奇,等.先导式二位三通电磁阀的选型和应用[J].阀门,2022,(05):393-396.
 - [4]贺成,刘元清,马明,等.自主化制动控制电磁阀动态特性分析研究[J].机车电传动,2022,(02):76-81.
 - [5]崔婧美,何光明,赵翀,等.气动先导电磁阀在集便系统中应用与故障研究[J].中国设备工程,2024,(04):92-94.
- 作者简介:赵富春(1982.02-)男,甘肃天水人,本科,助理工程师,研究方向:铁路机车检修。