

# 机车制动系统运用与维修

闫磊

新朔铁路机务分公司

DOI:10.12238/jpm.v3i11.5457

**[摘要]** 长期以来,铁路货运持续增长并稳定在一定水平,对我国经济建设贡献了巨大作用。尽管自2006年,和谐大功率交流传动型机车逐步投入运用后,承担了大部分的铁路运输牵引任务,铁路牵引动力依然紧缺,SS型系列电力机车和DF型系列内燃机车仍大量运用。部分SS4型机车换装成CCB II制动系统,后因和谐型大功率交流传动机车的大量投用,装用DK-1和CCB II两种制动系统的SS4型电力机车,持续为铁路运输牵引发挥作用,只是机车投用时间较长,自身性能质量逐步下降,机车故障率较高、修程检修质量不高、故障应急处置能力较低等问题给机车的运用与维修带来很多困扰。

**[关键词]** 机车;故障;分析;检修

## Operation and maintenance of the locomotive brake system

Yan lei

Unit: Xinshuo Railway Locomotive Works Branch

**[Abstract]** For a long time, railway freight continues to grow and stabilize at a certain level, contributing a great role to China's economic construction. Although since 2006, harmonious high-power AC transmission locomotive put into operation gradually into use, undertook most of the railway transport traction tasks, railway traction power is still in short supply, SS series electric locomotives and DF series diesel locomotives are still in large use. Part of the SS4 locomotive into CCB brake system, after use, installed DK-1 and CCB brake system SS4 electric locomotive, continuously for railway transport traction, only locomotive for a long time, its performance quality gradually decline, locomotive failure rate, repair maintenance quality is not high, low fault emergency handling ability to the application and maintenance of locomotive.

**[Key words]** locomotive; fault; analysis; maintenance

### 一、引言

铁路是国家重要的基础设施和重大民生工程,目前,我国“八纵八横”高铁网加密成型,瓦日、浩吉两大货运线路相继开通运营,有利于区域资源开发,增强我国铁路能源运输能力。中国铁路前期主要关注了高速铁路的建设和开通,重点是方便人民群众出行、解决乘车难的问题;近年来关于货运列车和普通列车已经引起各方面的关注。各铁路集团公司贯彻“以货补客”战略部署,深挖运输潜力,释放货装能力,2020年铁路货运量达到35.8亿吨,占全社会货运比重的9.9%,其中电力机车完成的牵引工作量达到90.5%。机车运用是保证铁路高质量发展的先行保障和坚实后盾,保证机车运用安全和减少机车故障率是实现铁路高质量发展的根本途径和方法。对于铁路运输来讲,线路限速、紧急停车和机车停靠站等顺利实施的关键在于制动系统是否能够有效、可靠地工作。机车的长期疲惫运行,尤其是服役了多年的SS4型机车,各系统、部件质量方面暴露出较多惯性故障和安全隐患,制动系统也不例外。影响制动系统性能和功能的因素复杂多样,从机车设备来说,包括制动控制、基础制动如摩擦副、风源系统;从运用环境来说,包括坡

道线路、运行区间、信号距离、气候等。

### 二、SS4型机车概况

SS4型机车是由两节4轴机车重联成8轴的大功率机车,单轴输出功率为800kW,整车功率为8\*800kW,最高速度可以达到100km/h,主要由高压及牵引系统、低压及辅助系统和制动系统等多个复杂系统组成。AB两节机车之间用车钩连接,控制电路用重联电缆连接,空气制动系统用风管路连接。

#### (一) 机车运用现状

SS4型机车研制于上世纪80年代,目前来看,该机车各方面的性能和现阶段的运输能力衔接不够好。主要暴露问题如下:机车本身没有故障记录和逻辑判断功能,对机车检修、故障查找等分析与处理带来极大的不方便;高压设备可靠性差、过载能力低;低压设备使用传统的继电器、接触器性能不稳定,引发电气线路断路、短路等故障多,同时机车采用车体牵引通风机、制动风机、主变风机通风,导致机械间设备容易堆积大量灰尘,机车可靠性降低;制动系统风源质量较差,配件漏泄问题居高不下,造成SS4型机车故障率高,造成的运用机车机破、非正常件数较多,对铁路货运运输效率造成严重影响。

## (二) 机车检修现状

机车检修成本管理落后,在检修原材料、修旧利废等物质方面,技术改造、立项攻关等技术方面不协调。近年来针对 SS4 型机车故障率高的问题,制定了多项整治措施,包括对 SS4 型机车 LCU 逻辑控制单元升级改造;对 SS4 型机车信号通道线、整流元件、蓄电池、非操纵端制动缸显示系统、牵引电机内软连线、大盖横梁等技术改造项目等,投入大量的人力物力,增加了检修成本。

## (三) 检修模式存在的问题

现阶段计划预防修存在很大的问题,机车各部件的维修周期未通过新的研究理论去深入探讨,有很多部件出现不同程度的过度修或欠缺修,存在安全隐患和检修成本浪费等问题;检修设备的制约和检修人员技术水平不高,导致检修效率低下;机车配件的大范围拆装,浪费检修工时,延长机车检修停时。状态修根据机车的实际状态确定维修的最佳时间,具有检修成本低、缩短检修停时等优点,但存在 SS4 型机车寿命老,技术监测不完善,检修人员理论知识薄弱等问题,全面开展状态修的难度较大。

## 三、SS4 型机车制动系统介绍

### (一) DK-1 型电空制动系统

DK-1 型电空制动系统如图 1 所示,由电空制动控制器(大闸)、空气制动阀(小闸)、分配阀等部件组成,各个部件间紧密联系,相互配合,具有减压量准确、指令传递快、多重安全措施等特点。DK-1 型电空制动系统在电空位工作时,以电信号传递制动指令,通过电空制动控制器、空气制动阀手柄位置切换控制列车的制动与缓解;在空气位工作时,以气压信号传递制动指令,通过空气制动阀手柄位置控制列车的制动与缓解。

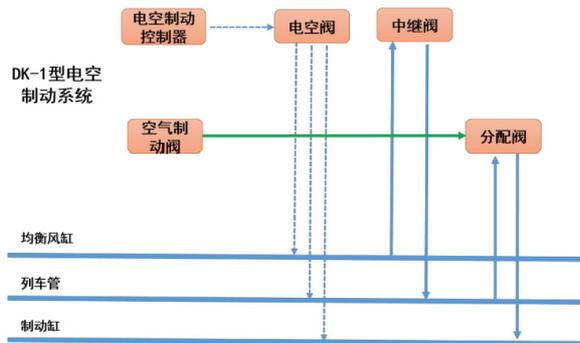


图 1 DK-1 型电空制动系统(电空位)

### (二) CCB II 制动系统

CCB II 制动系统如图 2 所示,主要由电空制动单元(EPCU)、电子制动阀(EBV)、制动显示屏(LCDM)、集成处理器(IPM)模块等组成,采用微机控制、模块化设计,模块之间主要通过 Lon 总线进行数据交换,有自我诊断、故障显示及处置方法提示等功能,具有操作简单、动作灵敏反应迅速,控制准确性和可靠性高的特点。

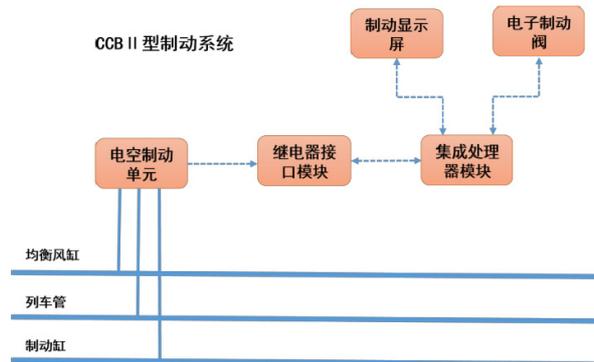


图 2 CCB II 制动系统

## 四、机车制动系统运用与维修

### (一) 风源质量不高的影响

SS4 型机车空气压缩机油位高、漏油、过热故障普遍较多,造成压缩空气中掺杂油污、耗油量等惯性质量问题,污染产生的压缩空气;干燥器排泄阀等部件故障频发而导致压缩空气的干燥净化效果较差。油水混合物、铁锈等杂质随压缩空气进入制动机,腐蚀磨损管路和零部件,堵塞气路阀口,特别是在冬季,在防寒效果不好的情况下,制动系统管路及阀件中的凝结水结冰导致制动失灵或阀件性能不良。

### (二) 风源及管路系统故障分析

机车长交路、高负载的运行,线路坡度复杂和设备振动以及外部环境的影响,致使机车及部件的性能有不同程度的下降,再加上机车修程检修、整备保养质量不高等因素,造成机车部件频繁故障。通过制动系统现场检修工作,以及全方面统计分析 SS4 型机车故障情况,发现制动系统故障率虽较电器故障少,但机车良好的制动性能是保证机车安全运输的关键因素,不容忽视。风源及管路系统故障主要表现在干燥器、压缩机、管路漏风等方面。其中,压缩机方面故障主要表现在压缩机漏油严重,不仅会造成机车机械间油污,产生的压缩空气中存在少量油水混合物,压缩机耗油量增加,增加了机车的检修成本,同时增加干燥器的工作负载。干燥器方面故障主要表现在排泄阀漏风,出气止回阀质量不高,阀杆在运用过程中易存在偏磨卡滞等问题。管路漏泄主要表现在机车振动引发管路接头松旷,且冬季低温对橡胶垫影响较大,使橡胶老化开裂、弹性性能变差;碳钢管长期使用后内壁容易生锈,锈渣混入压缩空气,造成压缩空气质量变差。

### (三) 风源系统惯性故障专项整治

为提高制动系统质量,从检修质量、作业水平等方面开展故障专项整治,加强检修工艺范围写实,强化源头质量管理,对典型性、倾向性问题及时组织分析、整治。针对检修作业人员,采取多种形式和手段强化业务培训,提高技术业务素质;严格执行“三检一验”制度,对照检修工艺范围要求,组织技术人员对压缩机干燥器和管路连接等重点作业过程以及配件源头质量进行了检查管控;减少制动管路漏风、阀件卡滞、冻结等问题的发生。

### (四) SS4 型机车制动系统小辅修检修范围

通过现场调研写实,SS4 型机车 DK-1 和 CCB II 制动系统小

辅修检修范围,可以看出各部件寿命周期各不相同。DK-1 电空制动系统每次小修均换修各阀件以及密封垫,每次小修换修制动、缓解等电空阀,二次换修 208、209 压力开关;CCB II 制动系统主要是二次小修更新电空制动单元 EPCU 内总风缸、列车管、及管路 20 的过滤器的滤芯,检修成本远远低于 DK-1 电空制动系统。通过调研发现,机车零部件寿命参差不齐与机车修程检修周期不适应,有的部件使用新材料新工艺和经过技术改造,使其寿命周期延长,造成配件价值未充分发挥就检修,增加检修工时和检修成本,零部件利用率低下;有的部件还是老旧材料和零件,寿命周期短,还未达到修程就出现问题,存在安全隐患,甚至发生临修、机故等问题;很多零部件由于检修技术的局限和设备落后老旧,需要委外修理,致使现场不能掌握零部件的性能状态以及存在委外维修费用高的缺陷。

#### (五) SS4 型机车制动系统的修程修制优化

109 型分配阀性能与运行前比较有所差异,主要表现在列车管充气动作略有迟缓,制动、缓解灵敏度均有不同程度的下降,特别是在试验期间,偶然性爆发非正常制动,存在安全隐患。机车的制动缓解作用依靠 109 型分配阀主活塞杆带动节制阀和滑阀产生不同的位移来控制工作风缸压力变化,进而控制制动缸压力变化,机车长时间运行,受机车振动以及外部高低温环境的影响,滑阀与阀座、节制阀与滑阀之间的润滑油膜容易被破坏,在摩擦表面个别部位出现干摩擦,容易将滑阀表面擦伤,在机车运行过程中容易因压缩空气品质不良导致滑阀表明划伤,极易造成分配阀动作不良、漏泄等故障,可以看出,滑阀结构的损伤是 109 型分配阀性能下降、作用不良和造成制动故障的主要原因。因此,考虑研究采用新型制动分配阀替换可行性,通过取消滑阀结构来提高分配阀的可靠性,提高机车的制动保障性能,即能满足 DK-1 制动系统的技术要求,并保证其在原制动系统安装接口的一致性。

按照国铁集团关于机车修程修制改革的指导意见,在确保机车质量的前提下,以提高效率、降低成本为目标,推进故障预测与健康监测,逐步实现计划性预防修向数字化精准预防修转变。结合现场实际情况以及 SS4 型机车的修程、运用线路环境,针对零部件的故障规律和可靠性特点,适当调整修程检修范围,研究落实修程修制优化的措施。按照机车检修周期要求,以贴近机车走行公里上限为原则,合理编制机车调度计划,避免机车运行公里不足而过早修;结合部件故障率、拆解检修情况,优化调整检修范围,研究分析机车各系统哪些零部件的故障需要预防,哪些零部件的故障可以防控。

#### (六) 合理规划, 上限公里检修

零部件在使用前通过疲劳试验等方式筛除性能不良的产品,从初始故障期进入性能相对稳定、故障率较低的偶然故障期阶段。因此机车检修应综合考虑零部件的全寿命周期,把握其偶然故障期和耗损故障期阶段,结合计划预防修和状态修的灵活性,采用综合维修方式,检修周期和内容按照机车服役时间、技术状态和可靠性有关,合理安排检修,有效预防故障发生。针对不同的问题采取不同的维修方式,用最经济有效的方式解决维修问题,能事后修的不预防修,能状态修的不拆

装分解,能在车上修的不下车修;根据配件材料性能、制造工艺、使用环境等各种因素的影响,调整配件的检修周期。从机车运用方面着手,提高机车运用效率。针对机车上运行时间长,强化调度协调能力,缩短货运机车侧线待避和周转的时间。王世松介绍提高机车运用效率的意义,分析影响效率的主观和客观因素,提出加强调度管理,全面化保养机车等措施。充分利用大数据信息化技术手段,汇总机车走行公里,科学合理的编制机车调度计划,高公里机车担当短途运行,避免机车超公里、欠公里检修,通过调整运用线别等手段减少“超龄”机车在线运行风险。合理安排检修计划,满足机车检修周期上限要求,SS4 型机车中修按照 50 万公里、大修按照 200 万公里上限掌握;SS4 型机车修制由目前的 3 辅 1 小改为 2 辅 1 小修制,辅修周期由 3.4 万公里延长到 4 万公里上限、小修 12 万公里上限掌握。

#### (七) 合理优化, 调整检修范围

计划预防修以机械磨损理论为基础,根据设备零部件故障率的浴盆曲线深入研究得出在机车零部件故障之前进行维修,防患于未然,有组织有计划的维修,提前准备好检修工具和配件,保证修理质量,缩短设备修理准备时间。因设备零部件材质、工艺的不同,一律实行计划预防修,不利于提高经济效益。状态修是按照机车的实际状态来选择设备维修时机,机车检修周期和拆卸分解范围不固定,缺点是不能提前规划机车的检修周期,过多依赖监测设备或人工,不利于统一管理,对监测设备的水平和精确度要求较高。事后维修适用于非重要设备,故障后果对机车运用与检修影响不大的设备。当故障发生后,对维修部位、维修采用的方法都比较明确,一般不会产生过剩维修调研 SS4 型机车典型性、倾向性问题,研判质量风险,突出对磨损类、消耗类配件重点检查盯控,结合机车走行公里情况,研究分析机车制动系统方面故障、临修、碎修等方面的数据,DK-1 电空制动系统中单次小修换修阀件以及密封垫,有的阀件和密封垫性能状态良好,使用价值未充分发挥,造成检修成本增加;CCB II 制动系统防护性能良好,过滤器的滤芯故障率低。因此,针对性的对制动系统进行优化调整。

#### [参考文献]

- [1]王冠,王树海,杨青雨.HXD2 型电力机车制动系统技术提升分析[J].铁道机车与动车,2020,3:21-23.
- [2]邢军刚.和谐型机车修程修制改革研究[D].兰州:兰州交通大学,2017:1-7.
- [3]张伯敏.从国外高铁养修管理谈国铁修制模式[J].上海铁道科技,2009,3:1-2.
- [4]吕泉,王令军,孙彬等.我国机车制动技术未来发展探讨[J].铁道机车与动车,2015,12:21-23,41.
- [5]欧东方.新型机车制动机及其关键部件研究[D].四川:西南交通大学,2006:25-29.
- [6]李和平,严霄蕙.70 年来我国铁路机车车辆制动技术的发展历程[J].铁道机车车辆,2019,39(5):25-35.
- [7]蒋廉华.DK-2 型机车电空制动系统的研制[D].四川:西南交通大学,2013: 2-6.