

HXD2B 型机车制动管路粉尘故障研究

周晓颖¹ 史宇同²

1. 身份证号: 6301041987****0028

2. 身份证号: 2302051992****8413

摘要: HXD2B 型机车制动管路故障较多, 造成行车安全隐患, 论文从机车制动机风路原理对故障原因分析, 发现制动机故障多由管路内粉尘较多, 造成各阀动作时出现密封问题。对粉尘形成原因进行分析, 发现是由于分子筛质量问题, 粉化严重以及干燥器进风口设计缺陷, 使干燥颗粒相互摩擦, 出现大量粉尘。经过原理分析并通过试验验证, 论文提出具体改进措施, 并在机车后续运用中进行验证, 制动机故障临修率同比下降 69.6%, 取得了极好的效果, 建议在 HXD2B 型机车推广使用。

关键词: 制动机; 制动管路; 分子筛; 干燥柜; 粉尘

Research on Dust Fault in Brake Pipeline of HXD2B Locomotive

Xiaoying Zhou¹ Yutong Shi²

1.ID number: 6301041987****0028

2.ID number: 2302051992****8413

Abstract: There are many faults in the brake pipeline of HXD2B locomotive, which pose a safety hazard to train operation. This paper analyzes the causes of the faults from the principle of locomotive brake air circuit and finds that brake faults are often caused by a large amount of dust in the pipeline, resulting in sealing problems when various valves are activated. Analysis of the causes of dust formation revealed that it was due to issues with the quality of molecular sieves, severe pulverization, and design flaws in the dryer inlet, which caused friction between dried particles and resulted in a large amount of dust. After principle analysis and experimental verification, the paper proposes specific improvement measures and verifies them in the subsequent use of locomotives. The temporary repair rate of brake faults has decreased by 69.6% year-on-year, achieving excellent results. It is recommended to promote the use of HXD2B locomotives.

Keywords: brake; brake pipeline; molecular sieve; drying cabinet; dust

1 介绍

HXD2B 型机车是中车大同机车厂针对铁路重载运输而设计的, 具有适用范围广、运营成本低的优点^[1]。目前, 本段配属 HXD2B 型机车 33 台, 承担京沪线牵引任务, 是承担货运牵引任务的主力机型。制动系统是控制机车启停的核心部分, 也是机车安全运用的根本保证。该型机车使用的制动系统为法维莱制动系统, 该系统有充风、排风速度快, 灵敏度高的特点^[2]。两端司机室各有一个制动控制器, 自动制动阀有运转位、初制位、全制动位、抑制位、多机位和紧急位 6 个作用位, 实现对机车各类制动控制。

2019 年 7 月, HXD2B-0342 号机车京沪线运行中发生司机制动阀(主中继阀)排风不畅, 司机在现场无法排除故障, 请求救援。在随后的几个月内, 又发生了几台类似的制动短路故障问题。机车运用过程中, 出现制动机故障问题, 严重影响机车正常运行, 危及行车安全。论文根据 HXD2B 型机车实际运用中出现的制动系统管路故障, 对故障原因进行分析, 并提出解决方案, 在本段配属机车进行试验, 取得了良好效果。

2 制动系统工作原理

在法维莱制动系统中, 由压缩空气作为媒介实现制动功能。为确保制动系统中压缩空气的清洁、干燥, 从大气中吸入的空气风源先进入空气滤清器内进行过滤, 然后进入空气压缩机中进行加压, 由于大气中含有水蒸气, 在加压做功过程中, 会有水蒸气发生液化, 因此压缩后的空气风源进入空气干燥器中干燥, 最后产生的清洁、干燥的压缩空气风源充入总风缸进入制动系统, 空气风源流程如图 1 所示。

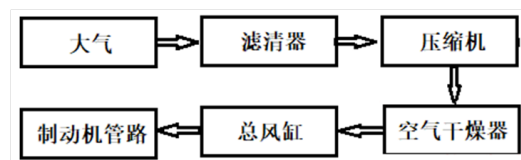


图 1 空气风源流程图

其中, 制动系统压缩空气过程分为三级过滤系统, 首先空气风源经过空气过滤器除去气体中的灰尘, 然后进入空气干燥器, 去除气体中的水汽等, 最后再经过一次过滤器, 得到洁净、干燥的空气风源, 流程如图 2 所示。

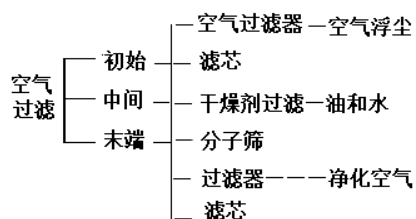


图2 制动系统压缩空气三级过滤

HXD2B 型机车制动系统采用 JKG2 型空气干燥器清除压缩空气中水、油、尘埃等。其结构由换向电磁阀和进气组装风阀结构、干燥塔、排气阀结构、除尘过滤器、电控器、出风止回、加热器等组装而成；干燥器通风气路由下部进风，经隔板进入干燥塔，由 $\text{O}3\sim\text{O}5$ 分子筛干燥过滤，经上部除尘过滤器排入总风缸，如图 3 所示。

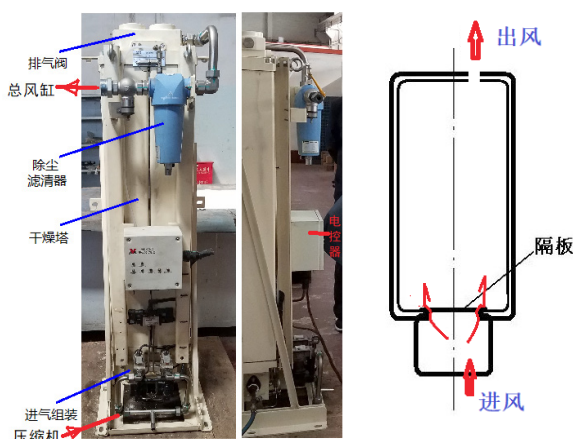


图3 空气干燥器结构及通风气路原理

3 故障原因分析

通过查阅机车行车日志，扣车记录的资料，梳理归纳“制动机故障”的车上抢修及车下配件解体“处理情况”结果，故障类型按分类有干燥器排水阀排风不止、高压安全阀排风不止、主中继阀阀口关闭不严、作用阀漏风、小闸 EMP 卡滞漏风、其他故障等 6 个方面。综合分析，主要原因为制动系统多个作用阀因阀口关闭不严，发生卡滞漏风或动作不到位现象，导致制动机无法实施机车正常制动、缓解。图 4 对比图中可以看出，故障排风阀内部存在大量的粉末状颗粒，会造成粉尘进入管路。

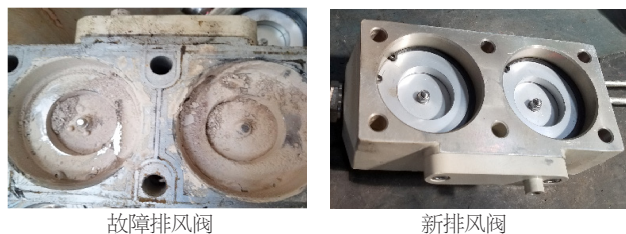


图4 干燥器排风阀

从干燥器结构原理分析，结构设计原理如图 5 所示，进风方式是靠风压顶起隔板，这样随着空气压力变化，使得干燥粒受到挤压摩擦，粒子磨损是不可避免的，干燥筒内产生的白色微粒与其自身的进风结构有关，是粉尘微粒滋生的源头之一。

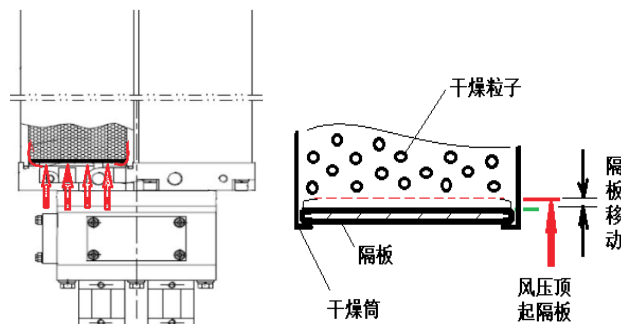


图5 结构设计原理图

HXD2B 机车干燥柜所使用的分子筛粒子标准规格为 $\text{O}3\sim\text{O}5$ ，如图 6a 所示，颗粒匀称。从机车更换下来的分子筛如下图所示 6b 所示，发生磨损、粉化的比较严重，个别的比原形减少二分之一，给机车过滤装置及管路带来了隐患问题。现在使用的粒子产品达不到技术要求，存在易磨损粉化的质量问题，也是粉尘微粒出现的原因之一。

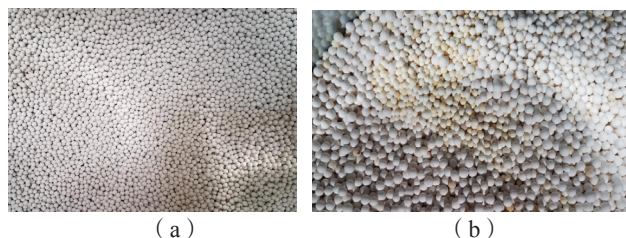


图6 干燥剂颗粒变化

4 改进措施

4.1 改造干燥器进风结构

原设计中，进气口采用隔板结构，隔板抬起使干燥颗粒相互摩擦，使干燥颗粒磨损。若不使隔板抬起并能完成进风，就可大幅减少干燥颗粒摩擦，从源头减少粉尘颗粒的产生。经分析试验，决定进风结构采用滤网，压力空气经滤网直接进入干燥筒，隔板移动挤压现象完全消除。滤网规格尺寸选择依据粒子规格 $\text{O}3\sim 5\text{mm}$ 来选择网孔直径。为确保干燥颗粒不堵塞、嵌入网孔，进风能顺利通过，各尺寸效果如图 7 所示。剖面图看，粒子在不同网格（ 4×4 ； 3×3 ； 2×2 ； 1×1 ）上，其嵌入深度不一样，最佳状态是 $1\sim 2\text{mm}$ 。从俯视图看，考虑到方孔易产生网孔覆盖，选择网孔 $1\times 1.5\text{mm}$ ，按干燥筒隔板大小设计尺寸为 $\text{O}16\times 5.0\text{mm}$ 铝质滤网（见图 8）。

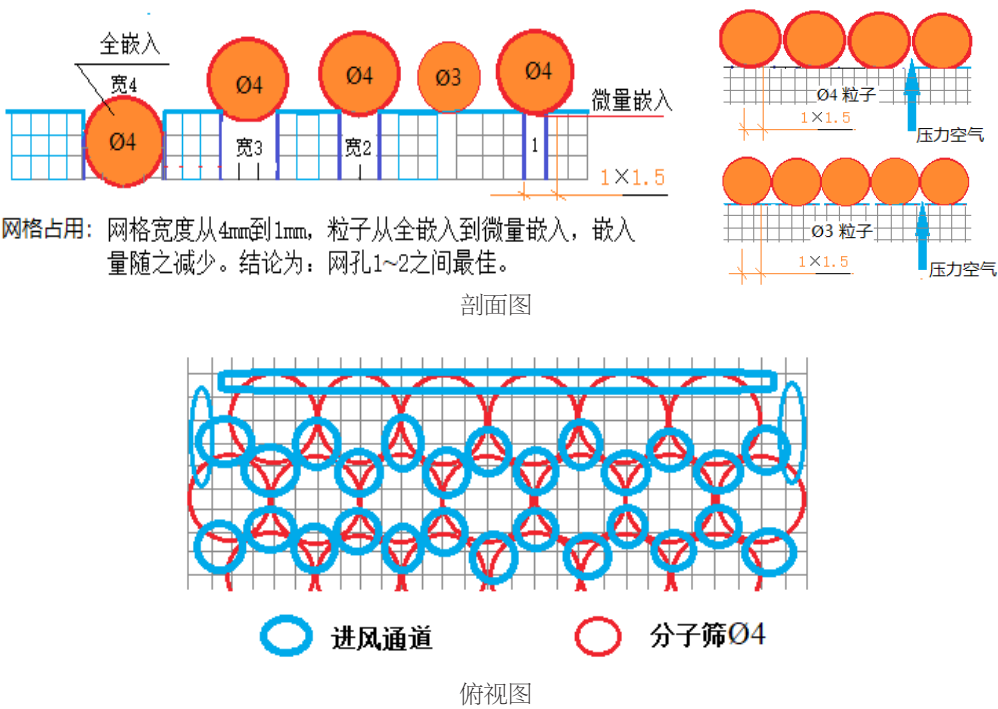


图 7 粒子网孔尺寸图



图 8 铝制滤网

4.2 干燥剂颗粒改进

为提升干燥剂颗粒质量，减少颗粒间摩擦产生的粉尘

及粒子粉化量，采用对比法筛选厂家，确定合格的分子筛。选择符合技术标准的厂家，对各厂家产品进行上车实际试验。经过试验对比，初步确定上海环球、上海新奥、进口分子筛三个品牌，其中进口分子筛存在采购困难，周期长的问题。因此，对上海环球和上海新奥两厂产品做进一步对比，上车试验对比如图 9 所示，两个厂家产品质量相近，均符合要求。从经济性角度看，上海环球产品为 116 元 /kg，规格为 150kg/ 桶；上海新奥产品为 108 元 /kg，规格同样为 150kg/ 桶。综合看，选择上海新奥分子筛，既可满足质量要求，又可节约资金 1200/ 桶。



(a) 上海环球分子筛使用前后对比

(b) 上海新奥分子筛使用前后对比

图 9 上车试验前后对比图

5 改进效果及结论

对制动管路粉尘故障采取解决措施后，采用同期对比的方式，对改进后 2020 年 7~9 月机车制动机扣修及检修提票情况进行统计，如图 10 所示，季度制动机故障按旬统计合计共 7 件，对应的 7 月、8 月、9 月分别为 3 件、2 件、2 件，与 2019 年 7~9 月的 23 件相比，季度故障件数减少 16 件，同比下降 69.6%。

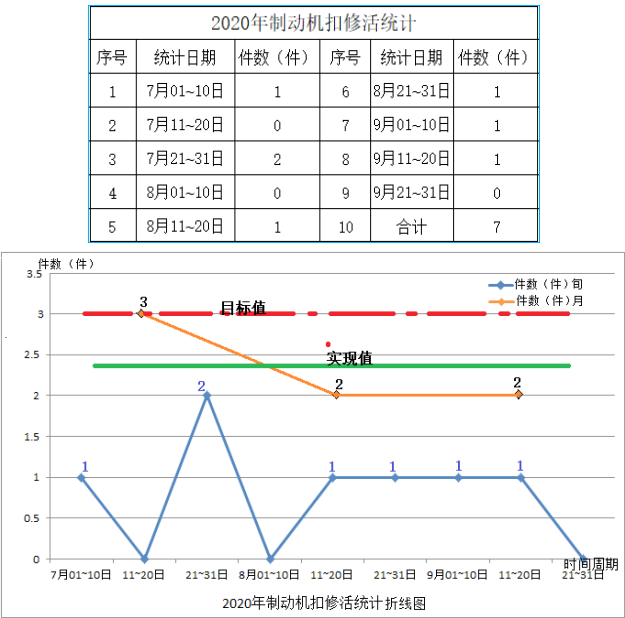


图 10 2020 年 7~9 月制动机故障扣修统计

对制动系统风路进行梳理，成功发现造成制动机故障的原因粉尘，进一步对进风结构进行深入研究，发现粉尘产生原因为干燥剂分子筛不合格及进风口结构存在缺陷。经过实际试验论证，采取两项措施：① HXD2B 型机车干燥柜换用上海新奥分子筛；②使用规格 $\varnothing 16 \times 5.0\text{mm}$ 铝质滤网替代隔板。在采取上述两项措施后，制动机故障件数大幅下降，同比降幅达到 69.6%，取得良好效果，证明研究方案切实有效，从根源上消除了粉尘产生，基本解决了因管路粉尘造成的制动机故障。建议在具有类似故障的 HXD2B 型机车推广使用，能够有效提升机车制动系统可靠性，保证机车运行安全。

参考文献：

[1] 中国北车集团大同电力机车有限责任公司.HXD2B型电力机车培训教材[Z].2011.

[2] 交流传动八轴9600kW货运电力机车Faiveley制动系统说明书[Z].

作者简介: 周晓颖(1987-), 女, 中国山东德州人, 本科, 副高级工程师, 从事铁路运输机车检修等科技创新方面的管理研究。