

Research and Discussion on Wheel Tread Damage of HXD2 Locomotive

Yaxing Sun¹ Yong Xiao²

1. Ankang Engine Depot of Xi'an Bureau Group Company, Ankang, Shaanxi, 725000, China
2. Yan'an Locomotive Depot of Xi'an Bureau Group Company, Yan'an, Shaanxi, 716000, China

Abstract

In the HXD2 locomotive assigned to Ankang locomotive Depot, after the locomotive running speed limit was raised from 80km/h to 85km/h in February 2020, the problem of locomotive wheel tread stripping increased sharply. The author adhered to the system thinking, classified and statistically analyzed the data of wheel tread stripping, wheelset idling data and relevant data of locomotive converter system, and determined that the cause of the problem was wheelset idling. And the installation of Toshiba system converter locomotive idling is even more, in order to solve the problem of HXD2 locomotive tread stripping direction, in view of the actual situation of the current freight increase, comprehensive analysis, can improve the material performance of the wheel, reduce the wheel idling frequency and timely length, prevent the wheel deep stripping to extend the service life of the wheel.

Keywords

tread stripping; converter system; adhesion control

HXD2 型机车车轮踏面伤损问题研究与探讨

孙亚星¹ 肖勇²

1. 西安局集团公司安康机务段, 中国·陕西 安康 725000
2. 西安局集团公司延安机务段, 中国·陕西 延安 716000

摘 要

安康机务段配属的HXD2型机车, 2020年2月机车运行限速由80km/h提高至85km/h后, 机车车轮踏面剥离问题激增, 作者坚持系统思维, 将车轮踏面剥离数据与轮对空转数据、机车变流系统相关数据分类统计分析, 确定问题原因为机车轮对空转, 且安装东芝系统变流器机车轮对空转更深, 为系统解决HXD2型机车踏面剥离问题确定了方向, 鉴于目前货运增量的实际情况, 综合分析认为, 可以从提升车轮材质性能、减少车轮空转频次及时长、防止车轮深度剥离方面入手以延长车轮使用寿命。

关键词

踏面剥离; 变流系统; 粘着控制

1 引言

2020 年以来, 配属安康机务段的 HXD2 型机车车轮踏面剥离问题日益严重, 轮对频繁镟修, 增加了检修工作量, 大幅缩短车轮服役寿命, 给检修生产秩序及供车造成严重影响, 对落实修程修制改革工作造成巨大压力。

2 问题概况

2020 年 2 月份起, 配属安康机务段的 HXD2 型机车车轮表现: ①踏面 85~95mm 处的整圈斜裂纹; ②踏面滚动圆处的横裂纹; ③滚动圆整圈沟槽; ④滚动圆整圈鱼鳞状起皮剥离; ⑤轮缘根部斜裂纹; ⑥踏面局部剥离共计 6 类伤损。

其中, 踏面 85~95mm 处的整圈斜裂纹及滚动圆整圈鱼鳞状起皮剥离故障最为突出^[1]。

3 统计分析

2020 年全年, HXD2 型机车车轮累计伤损 958 片次, 轮对 310 条次, 累计镟修量 3955mm (直径), 以 2020 年 2 月为时间分界点, 2 月前每月剥离 5.6 片车轮 / 月, 2.5 台机车 / 月; 2 月及以后发展为剥离 85 片车轮 / 月, 25 台机车 / 月; 增幅分别为 3269%, 1000%。

2019 年至 2020 年 HXD2 型机车每月踏面剥离情况统计如表 1 所示。

HXD2 型机车踏面剥离趋势图见图 1。

【作者简介】孙亚星 (1990-), 男, 中国甘肃定西人, 本科, 工程师, 从事机车运维研究。

表 1 HXD2 型踏面剥离台数及轮数统计表

时间	2019年1月	2019年2月	2019年3月	2019年4月	2019年5月	2019年6月	2019年7月	2019年8月
台数	26	15	11	9	5	6	1	2
轮数	61	27	11	24	20	23	1	10
时间	2019年9月	2019年10月	2019年11月	2019年12月	2020年1月	2020年2月	2020年3月	2020年4月
台数	1	2	1	5	4	16	26	20
轮数	7	2	1	9	5	47	97	91
时间	2020年5月	2020年6月	2020年7月	2020年8月	2020年9月	2020年10月	2020年11月	2020年12月
台数	21	29	19	19	29	29	34	39
轮数	61	80	73	69	95	92	135	100



图 1 HXD2 型机车踏面剥离趋势图

4 原因分析

最为突出的踏面 85~95mm 处整圈斜裂纹及滚动圆整圈鱼鳞状起皮剥离，形貌特征为车轮滚动圆踏面附近整圈不规则的网状裂纹或层状金属剥落，部分剥离车轮踏面滚动圆处存在整圈金属塑性流动现象，判断故障发生存在一定的持续时间，参照《机车车辆车轮和轮箍伤损代码》，确定剥离性质为滚动接触疲劳剥离（见图 2）。

4.1 车轮运行状态分析

为判定运行时的车轮状态，对机车 MPU 数据进行深度分析。为归类分析空转情况，将连续空转时间以 5S 间隔，划

分区间进行分类统计，统计对应区间的空转的次数。分析发现，HXD2 型机车在较大坡道牵引列车、牵引提速、始发站开车时，存在时间较长的连续空转现象及高频次短时空转现象。

4.2 剥离轴位与空转关联性分析

为确定剥离轴位与空转的关联性，筛选 HXD26136、1183、1530、6140、1515、1271、1186、1195 共 8 台机车，将剥离镟修前的 MPU 数据及镟修发现的剥离情况进行关联性分析，发现上述机车车轮踏面剥离的 34 条轮对中，有 25 条轮对存在长时空转现象，剥离轴位中长时连续空转现象占比 74%，说明踏面整圈剥离与轮对空转，尤其是持续长时间空转存在极强关联性^[2]。



图 2 踏面剥离形貌示例

4.3 剥离与机车变流系统关联性分析

4.3.1 不同变流系统机车镟修量占比分析

2020年, HXD2型机车车轮累计伤损958片次, 累计镟修量3955mm(直径), 其中北车心、东芝变流系统镟修量分别为939mm, 3016mm, 占比分别为23.7%、76.3%。而两种变流系统机车台数比例为1:1, 说明踏面剥离故障明显偏向于东芝变流系统机车。

4.3.2 不同变流系统机车车轮镟修周期分析

将HXD2型机车2019年、2020年HXD2型机车车轮镟修周期以每30天为区间, 分别统计东芝变流系统及永济变流系统机车车轮在各个区间的镟修轮次。2019年永济及

东芝两系统之间车轮镟修时间跨度均值分别为155.6天、155.2天, 镟修跨度区间分布标准差分别为78.8及75.7; 2020年永济及东芝两系统车轮镟修时间跨度均值分别为144.7天、103.8天, 镟修跨度区间分布标准差分别为77.5及67.5, 具体统计见表2及表3。

对比统计显示: 东芝变流系统机车车轮在2020年较2019年镟修时间跨度由155.2天下降至103.8天, 下降51.4天, 降幅为33.1%, 永济变流系统机车车轮2020年较2019年镟修时间跨度由155.6天下降至144.7天, 下降10.9天, 降幅为7%, 即东芝变流系统机车车轮对镟修周期短且镟修时间跨度较为集中。

表2 2019年不同变流系统轮对镟修时间跨距统计表

镟修时间跨度 (天)	小于 30	30~ 60	60~ 90	90~ 120	120~ 150	150~ 180	180~ 210	210~ 240	240~ 270	270~ 300	300~ 330	330~ 360	360~ 390	标准值	方差
车轮个数-永济	84	122	20	84	300	100	116	88	128	92	6	2	0	155.6	78.8
车轮个数-东芝	40	138	182	212	288	172	104	124	234	58	44	0	0	155.2	75.7

表3 2020年不同变流系统轮对镟修时间跨距统计表

镟修时间跨度 (天)	小于 30	30~ 60	60~ 90	90~ 120	120~ 150	150~ 180	180~ 210	210~ 240	240~ 270	270~ 300	300~ 330	330~ 360	360~ 390	标准值	方差
车轮个数-永济	108	136	180	179	379	184	150	79	105	106	38	8	0	144.7	77.5
车轮个数-东芝	252	564	542	528	296	216	132	104	118	16	20	8	0	103.8	67.3

4.4 综述

①空转造成的车轮运用状态异常, 是导致轮对大面积剥离故障发生的直接原因。频繁空转造成轮轨接触点处车轮温度升高, 强度下降, 在轮轨纵向力及横向力的作用下, 车轮表层金属发生塑性变形, 当塑性变形超过材料的屈服极限时, 将在与塑性变形方向产生裂纹。且HXD2型机车车轮材质为ER7, 为和谐型机车车轮材质中的最低强度等级, 在车轮发生空转后更易发生车轮组织伤损。所以, HXD2型机车踏面剥离属于轮轨异常接触应力导致的接触疲劳剥离。需解决此问题, 必须减少车轮空转, 消除车轮异常负载, 另外, 提高车轮强度等级也是必要的。

②东芝变流系统机车车轮空转滑行异常负载明显高于永济变流系统机车, 易短时间内引发车轮踏面剥离问题, 东芝系统TCU粘着软件亟待优化以提高其防空转性能^[3]。

5 解决措施

5.1 改善车轮机械性能

根据《交流传动八轴9600KW货运电力机车采购项目合同》中技术条件“车轮采用ER7/J1或ER8/J2的整体碾钢车轮, 符合TJ/JW038—2014《交流传动机车车轮暂行技术条件》的要求”, 组织相关单位结合C4、C5修, 将HXD2型机车车轮材质提升为ER8/J2整体碾钢材质, 提升车轮机械性能。

5.2 减少车轮空转次数

一是对HXD2型机车撒砂系统进行技术改造, 提升砂口喷砂流速及机砂直接喷射入轮轨接触点间的比例, 提高撒砂抑制空转的能力, 但改变撒砂管外形特征只能有限改善粘

着; 另外, 可减小机车使用机砂的粒度, 增加机砂喷入轮轨相切处的概率, 也可降低车轮持续空转时大颗粒机砂对车轮踏面的硌伤损害。

二是软件抑制空转: 组织厂家对东芝变流系统TCU粘着控制软件进行试验优化, 提升控制系统的空转抑制能力, 降低空转发生频次; 需进行洒水试验, 验证调整东芝变流系统TCU软件的蠕滑轴空转检测频率、轮对空转后恢复牵引力的等待时间、空转后恢复牵引力的斜率等参数, 增加TCU软件抑制空转的能力。

5.3 避免深度剥离

采用积极的预防性预防镟修策略, 及时消除初期车轮踏面剥离初始不良特征, 防止浅层剥离扩展为深度剥离; 摸清机车不落轮车床镟修通过能力及机车车轮镟修周期, 将两者合理匹配后有序组织机车车轮对恢复性镟修工作。

5.4 优化机车操纵

优化轮对空转发生后的操纵, 空转后适当调整手柄级位主动抑制空转, 防止小空转演变成连续空转问题; 空转得到抑制后, 持续预防性撒砂, 并逐步缓慢恢复手柄级位, 防止空转问题反复发生。

参考文献

- [1] 提速运用后HXD₂型机车车轮踏面剥离原因分析及应对措施[J]. 铁道技术监督, 2010(5).
- [2] 改善电力机车踏面剥离的黏着控制算法优化研究[J]. 铁道机车与动车, 2013(7).
- [3] 刘恩南. 山区铁路HXD3型机车车轮延长使用寿命的探讨[J]. 高速铁路新材料, 2022, 1(6): 58-62.