

钢轨打磨在枢纽站场设备养修中的应用研究

叶军

中国铁路上海局集团有限公司芜湖工务段, 安徽 芜湖 241000

[摘要]钢轨的状态会直接影响列车的行车安全,列车长时间的运行会导致钢轨出现一些鱼鳞伤、表面剥落掉块、顶面波浪磨耗、内边侧磨、肥边等,若不及时发现和处理就会逐渐恶化,轻则影响乘车舒适度,重则威胁行车安全。钢轨打磨是有效延长钢轨寿命的一种解决方法,通过组建专项打磨小组,精准查找病害成因、合理制定打磨计划、严格执行作业标准,强化打磨过程盯控、不断总结打磨经验、创新打磨方式新理念、减少换轨频次,为铁路行车安全保驾护航。

[关键词]线路; 钢轨; 打磨; 伤损

DOI: 10.33142/ect.v4i3.19421

中图分类号: TG580

文献标识码: A

Research on the Application of Rail Grinding in the Maintenance and Repair of Hub Station Equipment

YE Jun

Wuhu Depot of China Railway Shanghai Group Co., Ltd., Wuhu, Anhui, 241000, China

Abstract: The condition of the steel rails directly affects the safety of train operation. Long term operation of the train can cause some fish scale injuries, surface peeling and falling off, top surface wave wear, inner edge side wear, and fat edges on the steel rails. If not detected and treated in a timely manner, it will gradually deteriorate, which may affect the comfort of passengers or threaten train safety. Rail polishing is an effective solution to extend the service life of rails. By establishing a special polishing team, accurately identifying the causes of defects, developing a reasonable polishing plan, strictly implementing operational standards, strengthening the monitoring and control of the polishing process, constantly summarizing polishing experience, innovating polishing methods and new concepts, and reducing the frequency of rail replacement, we can ensure the safety of railway operations.

Keywords: route; steel rails; polish; damage

引言

钢轨作为铁路运输的核心部件,其表面状态直接影响列车运行安全与设备寿命。在枢纽站场设备养修中,钢轨打磨技术通过消除波磨、肥边及接触疲劳等病害,恢复轨面平顺性,成为延长钢轨使用寿命、提升运输效率的关键手段。该技术不仅能优化轮轨接触关系,减少振动噪音,还能预防裂纹扩展,从而保障枢纽站场的高效稳定运行。随着重载铁路与城市轨道交通的快速发展,钢轨打磨在设备养修中的应用研究日益凸显其重要性。

1 研究背景

芜湖工务段芜湖东线路车间地处华东地区二通道的咽喉,是皖赣、宁芜、淮南线交汇的枢纽,货物列车较多,管内累计正线 30.621km、站线延长 100.843km,道岔 278 组(复交 32 组),总计换算公里 117.1560km。驼峰区域每天承担一万多辆车辆的编组,由于列车的载重、自然环境和钢轨本身质量等原因,钢轨经常会发生伤损情况,如裂纹、磨耗等现象,造成了钢轨寿命减少、养护工作量增加、养护成本增加,甚至严重影响行车安全。因日通过量大、天窗资源少、日常打磨工作较重,车间特成立钢轨打磨小组,按照“精养细修”“先结构后轨面”的原则有针对性的进行轨件修理工作^[1]。

2 钢轨打磨的主要内容

钢轨打磨主要是通过打磨机械对钢轨头部滚动表面的打磨,以消除表面的不平顺,轨头表面缺陷以及将轨头轮廓恢复到原始设计要求,从而实现减缓钢轨表面缺陷的发展、提高表面的平滑度,进一步达到改善列车运行的平稳度,延长钢轨使用寿命的目的。

3 技术分类

目前我国钢轨打磨的两种方式主要有表面打磨(修复性打磨)和外形打磨(预防性打磨)。

3.1 表面打磨(修复性打磨)

目前广泛使用的打磨方法是表面打磨,对已经形成的缺陷的钢轨进行打磨修补。钢轨的缺陷与轨轮的纵向作用力和摩擦力有关,表面打磨可以高效修复钢轨缺陷,减小震动和噪声,有效的提高列车通过的平稳度。打磨小组根据每日工作计划进行伤损消耗,延长钢轨使用寿命^[2]。

3.2 外形打磨(预防性打磨)

通过轨头打磨成各种形状以改善轮轨的接触状态而达到控制病害发生和发展目的的称为外形打磨。外形打磨可以有效控制钢轨侧磨和侧向轮轨作用力,控制钢轨疲劳等。

4 常见的几种病害

钢轨打磨主要针对钢轨在长期服役过程中因轮轨接

触应力、振动和环境因素等产生的各类表面病害，通过机械切削方式消除或减缓这些损伤，恢复轨头廓形，提升运行安全与轨道寿命。钢轨常见病害类型及打磨应对如下：

4.1 滚动接触疲劳裂纹（鱼鳞纹、龟裂）

在交变接触应力作用下，钢轨表面或次表面产生微裂纹，进一步扩展形成鱼鳞状裂纹（多见于曲线段）或横向裂纹。若不及时处理，可能发展为剥离掉块甚至钢轨断裂。打磨可通过去除表层微裂纹（切削深度通常 0.1~0.3mm），阻止其向深层扩展，属于预防性或修理性措施。

4.2 波形磨耗（波磨）

钢轨顶面出现周期性波浪状磨损，按波长分为：①短波磨耗（波纹形磨耗）：波长 30~100mm，常见于高速线路或小半径曲线；②长波磨耗（波浪形磨耗）：波长 100~300mm，多发于重载线路直线或大半径曲线。

波磨会引发列车振动加剧、噪声升高，并加速道床破损。打磨是主要修复手段，可通过预防性打磨控制发展，或修理性打磨消除已形成的波峰波谷。

4.3 肥边（飞边）

钢轨工作边因塑性变形而向外挤出形成金属凸起，常见于曲线外轨或接头部位。肥边易断裂脱落，造成轨面不平整，影响行车平稳性。通常采用小型打磨机进行局部修整，确保钢轨边缘平直光滑。

4.4 擦伤与硌伤

由车轮打滑、制动或异物压入导致的轨面局部凹陷或划痕。此类缺陷会引起附加冲击力，加速疲劳损伤。打磨可修复浅层擦伤，恢复轨面连续性。

4.5 不均匀磨耗与光带不良

轨头廓形偏离设计标准，导致轮轨接触区域偏移，出现单侧接触或两点接触，加剧局部应力集中。通过廓形打磨可重新定义接触带位置，使荷载均匀传递。

4.6 脱碳层与焊接缺陷

新钢轨表面存在脱碳层，焊接接头处可能存在不平整。预打磨可去除脱碳层、修正焊缝轮廓，为后续运营打下良好基础。

这些病害会直接影响轨道的平顺性和列车运行的安全性，需要定期检查和维修。如剥落掉块，鱼鳞伤，钢轨肥边，钢轨侧磨，心轨剥离掉块、翼轨出现台阶，尖轨掉块^[3]。

5 常用的几种打磨机械

5.1 角磨机

角磨机是一种利用玻璃钢切削和打磨的手提式电动工具，主要用于切割、研磨及刷磨金属与石材等，作业时携带发电机。电动角磨机就是利用高速旋转的薄片砂轮以及橡胶砂轮、钢丝轮等对金属构件进行磨削、切削、除锈、磨光加工。

5.2 MC3 型内燃打磨机

MC3 型内燃打磨机带 4 个单元轮的底架，与钢轨绝

缘，可使用在众多繁杂的铁路设备中。机动打磨组成，带中间滑车，经过三个深槽滚轮在底架上移动。砂轮可以沿垂直方向两边 30 度角的倾斜，避免了因滑动和导环系统引起的任何损伤，砂轮承载轴适合于杯形单面砂轮（254*32*24.4mm）或双面砂轮（254*40*76.2mm），通过一个带锁定装置的杆，可以调节垂直方向和侧面的打磨。可以大范围的横贯移动。皮带由氯丁橡胶制成，带三角齿，耐磨、防油、适合各种气候条件。两人即可容易地利用把手把机器搬离铁轨。皮带和砂轮防护罩，保护操作人员人身安全。MC3 型内燃打磨机使用本田 270 型汽油发动机，风冷式，拉绳启动，通过传动系统带动砂轮进行打磨作业。所有机械部分均由特种钢制成，已经加工处理，确保机器的互换性和稳定性。

5.3 吉斯玛 MV3 道岔垂磨打磨机

MV3 垂直轨面和道岔钢轨打磨机用于打磨轨道的跑合面，焊接接头及轨头。磨头的垂直倾角-80 度+20 度（在分度尺标显示），能确保操作人员以混合半径进行操作。两个托架能进行双向垂直移动，可进一步扩展到很广的工作区域。可纵向沿着轨道移动（四轮托架），也可垂直于轨道移动。MV3 打磨机的二冲程发动机采用汽油-机油混合燃油。汽油机经过 V 带传动，使主轴砂轮产生回转运动，再通过转到手轮经丝杠、丝母实现垂直方向磨削运动^[4]。

此外还有吉斯玛 MC3 内燃肥边打磨机、贝尔纳德内燃道岔轨面精磨机、道岔打磨机等新设备。

6 专家培训指导

在段专业科室的大力指导下，邀请打磨机厂家和段打磨能手到车间指导，一是全面介绍不同类型打磨机的使用办法和操作要领，二是全过程演示道岔、钢轨的不同位置、不同病害的打磨程序，三是按照现场检查，制定计划、方案分析、现场作业、质量验收“五个环节”打磨作业流程。四是指导日常打磨机械的故障的修理。培训过后车间打磨以 GERSMAR 打磨机为主，角磨机为辅，边打磨边检测。

7 操作工序

说明：作业前对打磨机械进行各项检查，符合作业标准后带好防护备品，防护镜等。安排好防护在天窗点内时间可以上道作业。操作者要取得特种作业合格证，熟练掌握相关器械的运用。打磨过程中用 1m 直尺回检轨面平顺度。

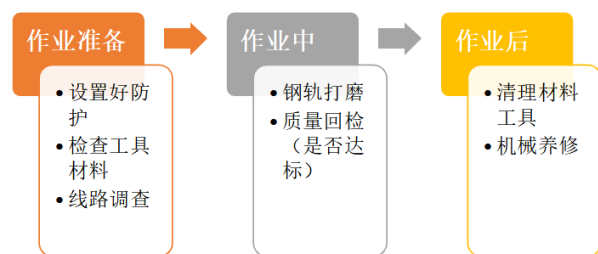


图 1 操作工序图

8 运用案例

8.1 案例一

车间管辖 I 场、III 场、IV 场正线道岔叉心是合金钢叉心（主要是德胜和贝尔两个厂家生产的），叉心在列车剧烈冲击下振动强度变大，加之辙叉部位属于叉心薄弱处所，在经过列车反复碾压后，合金钢组合叉心在拼装部位易产生肥边，如 306 号叉心。若不及时进行处理，就会发展成叉心掉块，大大降低叉心的使用寿命。打磨小组配备了直磨打磨抛光机 1 台（功率 240W，夹持直径 6mm，规格型号 S1J-FF-25B），硬质合金旋转锉 2 个：柄部直径 6mm，头部直径/刃径 6mm），硬质合金旋转锉 2 个：柄部直径 6mm，头部直径/刃径 8mm）用于合金钢组合叉心拼装部位的打磨^[5]。



图 2 6mm 硬质合金旋转锉



图 3 8mm 硬质合金旋转锉

直磨打磨抛光机需配备发电机使用；进行打磨工作需佩戴防护眼镜、口罩、手套，进行必要的防护措施，以免铁屑飞溅，造成劳动伤害；在进行打磨时，双手需紧握直磨打磨抛光机，防止机器发生抖动，损伤合金钢组合叉心。

8.2 案例二

由于站场驼峰溜放作业较多，缓行器区域实行三步缓的方式，钢轨道岔磨耗较多。打磨小组巡查发现 II 场 19 道 258 号岔表面有剥落掉块、侧磨，利用天窗点内时间使用吉斯玛 MC3 内燃打磨机对伤损道岔进行维修打磨。

打磨机注意不能淋雨。加注燃油时要停机加油，远离火源，加油后盖好油盖，启动时，不准用手触摸排气口。严禁围堆操作，磨切方向禁止站人。

9 效果评价

案例一：通过实施这种方式后又心病害由原来的每周

一次可以延长每月一次，甚至更长。有效延长组合叉心使用寿命，提高辙叉行车平稳。

案例二：MC3 内燃肥边打磨机打磨效率高，误差小，打磨后平顺度较好，打磨机使用便捷，全过程耗时 7 分 34 秒，实施后发现钢轨养护周期明显延长。

10 结束语

全自动内燃打磨机的出现，大大提高了工作效率。钢轨打磨的研究方向也逐渐从修复性打磨向外形打磨（预防性打磨）发展，现阶段并未有修复性打磨作业指导书，作业人员对钢轨打磨的认识也不够全面。接下来要重点研究钢轨打磨发展演变的新要求（打磨策略、打磨模式、打磨周期、打磨机械的改进和钢轨打磨技术的发展趋势等）。未来列车运行密度大，恰当有效的周期性进行打磨修理，可延长钢轨使用寿命，降低经济成本。以修代换的理念已逐步形成。

钢轨打磨技术作为枢纽站场设备养修的核心手段，通过恢复轨面平顺性和优化轮轨接触关系，显著提升了铁路运输的安全性及效率。其在消除波磨、预防裂纹扩展等方面的应用，不仅延长了钢轨使用寿命，还为重载铁路与城市轨道交通的可持续发展奠定了坚实基础。未来，随着技术的持续创新，钢轨打磨将在保障枢纽站场高效稳定运行中发挥更关键的作用。

[参考文献]

- [1] 李军. 钢轨打磨技术及其应用[J]. 铁路采购与物流, 2017(3):59-60.
 - [2] 刘宁. 钢轨打磨技术以及有效运用分析方法[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(20):4164.
 - [3] 金学松, 杜星, 郭俊, 等. 钢轨打磨技术研究进展[J]. 西南交通大学学报, 2010, 45(1):1-11.
 - [4] 史晓燕, 陈世敏. 钢轨打磨在枢纽站场设备养修中的应用[J]. 上海铁道, 2019(1):132-133.
 - [5] 许玉德, 王章, 胡猛, 等. 岔磨车钢轨打磨方案优化设计[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2025, 53(8):1269-1275.
- 作者简介：叶军（1990—），男，汉族，安徽芜湖人，硕士研究生，工程师，研究方向为铁路工务技术。