

铁路检修装备安全运行探讨

吴芳明¹, 陈建华², 吴峰³

1. 宝鸡中车时代工程机械有限公司, 陕西 宝鸡 721000

2. 中国铁路西安局集团有限公司, 陕西 西安 710000

3. 中国铁路西安局集团有限公司西安工务段, 陕西 西安 710000

摘 要 : 铁路检修装备轨道作业自轮运转运行中, 车下悬挂零部件脱落在线路上会引发严重安全隐患, 危及铁路行车安全和铁路施工作业人员生命安全。如何预防关键零部件脱落一直成为铁路相关部门的技术攻坚点, 本文分析了造成关键零部件脱落的原因, 对自轮设备车下悬挂零部件的防脱落设计应用进行探讨, 研究了自轮设备运用电子检测技术与全覆盖面硬性防护的方案, 有效的杜绝自轮关键零部件脱落事件发生, 保障了铁路行车的安全、高效运行。

关 键 词 : 自轮运转设备; 零部件脱落; 运用; 行车安全; 设计应用

Discussion on Anti-falling Design of Key Parts of Rail Engineering Vehicles

Wu Fangming¹, Chen Jianhua², Wu Feng³

1. Baoji CRRC Times Construction Machinery Co., LTD. Baoji, Shaanxi 721000

2. China Railway Xi'an Bureau Group Co., Ltd. Xi'an, Shaanxi 710000

3. Xi'an Works Section of China Railway Xi'an Bureau Group Corporation, Xi'an, Shaanxi 710000

Abstract : During the self-propelled operation of railway maintenance equipment, the detachment of suspended components under the train on the track can cause serious safety hazards, endangering the safety of railway operation and the lives of railway construction workers. How to prevent the detachment of key components has always been a technical challenge for railway departments. This article analyzes the reasons for the detachment of key components, explores the application of anti detachment design for suspension components under self-propelled equipment, and studies the use of electronic detection technology and full coverage hard protection for self-propelled equipment, effectively preventing the occurrence of detachment incidents of key components and ensuring the safe and efficient operation of railway trains.

Keywords : self-rotating equipment; parts fall off; application; driving safety; design application

铁路检修装备轨道作业设备零部件脱落问题一直是困扰铁路运用管理部门多年来的疑难杂症之一, 未有有效根治方法。由于车辆零部件脱落所造成的破坏性和危害性往往较大, 轻则造成途中停甩耽误列车, 重则打坏铁路沿线行车设备, 以及列车脱轨颠覆等重大事故, 甚至有可能造成在客货混跑的既有区段内, 对沿线通行的高速列车造成不可预测的严重后果^[1]。每年国铁集团安监部门都会通报各路局发生的自轮设备零部件脱落事件, 脱落源头不除, 隐患将长存。因此, 研究如何有效消除或减少自轮设备运行时零部件脱落的课题意义重大, 刻不容缓。本文通过对现场实际情况运用情况, 对轨道作业车零部件的防松防脱技术进行分析和探讨。

一、问题的提出

近年来部分路局线路巡检人员例行检查时发现一些车辆零部件遗落在铁路道床周围, 对列车安全运行及铁路施工安全产生干扰。事发后铁路安监、自轮系统检查任务量大, 需要做大量的现场调查取证才能找到问题源头, 若发现时间晚, 部分脱落零部件甚至无从查起, 危机行车安全。脱落在线路上的零部件未被及时发现, 则会引发严重安全隐患, 因此, 确保轨道作业车下悬挂零部件可靠性对铁路行车安全至关重要。随着铁路的扩越式大发

展, 近年来路局对轨道作业车出车提出了更高的要求, 其中北京局要求轨道车出库前, 司机要对 GYK 接收地面发码信息、制动部件防脱、机能实验等进行记名式检查^[2]。国铁集团从轨道作业车日常管理制度上也逐渐细化, 2021 年新修订的《轨道作业车管理规则》中明确要求运用单位应制定物品清点登记制度指定专人在出乘前、作业前、作业完毕返回前和到达驻地后检查轨道作业车装载加固、防脱落情况对载运物料及物品进行清点登记发现缺少、遗失或加固、锁定异常应立即报告^[3]。国铁集团、路局、车间接站段三级管控, 车辆零部件放松、防脱责任重于山。

作者简介: 吴芳明 (1984.07—), 男, 汉族, 陕西宝鸡, 工程师, 本科: 机械设计与制造自动化, 研究方向: 轨道工程机械制造与运用。

二、问题的分析

铁路自轮运转设备运行中轮轨间的相互作用及气动载荷产生的剧烈振动冲击，会对车下悬挂零部件的结构可靠性带来不利影响，零部件会振动而产生裂纹、断裂，开口销、螺丝松动脱落等安全隐患问题。零部件脱和裂的根源就是松，预防治理好自轮设备组装后松的问题就解决了主要问题。从现场检查发现脱落零部件主要为一些机械零小部件如垫圈、螺栓、螺母、铁垫板、支座等。经与路局交流分析零部件脱落的原因主要包括以下几个方面：

车辆制造质量缺陷：目前车辆易脱落零部件有传动轴螺栓和吊架、配电箱柜门及开口销、空压机皮带等。这些部件的设计缺陷和制造过程中的质量问题可能导致其在使用过程中出现脱落。例如，制动闸片安装尺寸不匹配，或者闸片材质问题导致在制动时断裂脱落。轨道车启动时，轨道作业车司机要对车辆传动轴螺栓和吊架、配电箱柜门及开口销、空压机皮带等易脱落部件进行行车确认，坚持“安全第一，预防为主”的原则。

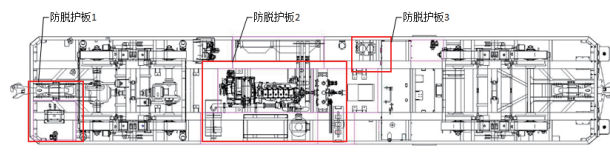
现场养护不当：铁路轨道作业车在日常使用过程中，需按规定进行检修工作，车辆状态时刻要保持最佳。由于车辆自身失修为全面保养等其他原因，也可能导致零部件松动。根据实际情况可知，轨道作业车运行一定里程后会发零件松动、磨损、车辆技术状态劣化等，会因很多原因引发设备故障，如果排查处理不及时从而会影响上下行列车的整车运行和营销铁路运输生产^[4]。例如，转向架作为轨道作业车最主要的部件之一，需要定期对各个主要部位保养检修，因其悬挂件较多，转向架防脱是影响轨道车辆运用安全的关键因素，悬挂件脱落故障对铁路运用安全造成重大隐患^[5]，因此转向架历来也是各路局自轮设备防脱重点盯控目标。

环境因素影响：外部环境因素如风、雨、雪等恶劣天气条件，以及轨道状况不佳，也可能导致零部件脱落。例如车辆外蒙皮长时间在恶劣天气环境下风化，蒙皮部分会自然脱落线路周围。

因此防止此类事件发生需铁路检修装备生产企业在车辆设计应用前端与铁路运用单位就自轮设备施工作业前、作业后车辆状态进行进一步交流研讨，充分借助铁路工务、供电等运用单位的实际生产经验，通过引入先进技术设计防止自轮设备零部件脱落事件发生。

三、问题的解决

加强车辆设计和制造质量控制。提高零部件的设计和制造质量，确保各部件的尺寸和材质符合标准，减少因设计缺陷和制造问题导致的脱落。识别出有脱落风险的零部件及车下所有悬挂件是否采取防松，防脱安全措施。对关键零部件如发动机、换向箱等大部件底部可安装轻量型铝合金材质防脱护板，护板防护面积在保证不影响车辆正常情况下根据车辆底盘空间布置。（详见图1检修装备易脱件防护板安装位置简图）。



> 附图1 检修装备易脱件防护板安装位置简图

防脱护板的强度及刚度应满足实际运用需要，承受车下负压机正常运行过程中由于压力而导致的全部空气动力载荷^[6]。日常即使轨道自轮设备在运行途中发生零部件脱落，脱落后零部件落在防护板内，不会对线路安全造成任何隐患，将问题尽可能的减少到可追寻状态，实现自轮运转设备安全关键点的的预警机制，确保设备运营的安全性和可靠性^[7]。

对所有自轮运转设备零部件防松，防脱措施进行标识处置，加装红外线扫描感应器、动态高清监控装置。利用现代化的电子信息技术，将关键零部件运行情况与主司机驾驶室融合，做到车辆每个关键零部件都有一个属于自己的“身份证”，一旦发生脱落将反馈至司机驾驶室操控台显示屏，方便司机及时应急处置。一件一身份，关键部件实时处于监控中，即使有潜在危险也将在第一时间内得到及时检测机应急处理。实现设备运用管理者和司机间的设备实时信息互联互通，通过与视频监控系统的信息共享，实现对现场作业的远程监控及信息采集的查验^[8]。

多重保障设计，在自轮设备车体底部预留若干区域位置安装类似下图的强力磁铁组件（该装置已在铁路某大型施工装备中列装，该装备国铁集团已批量采购，技术成熟性能可靠），通过磁力组件可吸附掉落的开口销、螺丝、垫圈等零部件，多重保障减少或降低脱落零部件对线路的影响。

机械锁紧加信息化防脱，双管齐下双重保障轨道作业车运行安全。信息化防脱控制系统主要原理：（1）通过在转向架、减速箱、车轴等关键有脱落风险的位置加装传感器、高清监控视频，实时监测潜在风险标的动态指标，确保零部件失效或濒临失效时对轨道车辆的运行状态的直接影响程度，包括车辆速度、加速度和姿态等信息；（2）控制指令通过执行系统传递给车辆的执行器系统，例如电机、发动机、变扭器系统进行加速或减速，并通过制动系统进行制动，以保持车辆在轨道上的稳定运行；（3）不断重复上述步骤，实时监测车辆状态并进行安全控制，保证车辆的安全运行。同时，可以根据具体情况对传感器系统、控制系统和执行系统进行优化设计，以适应不同轨道车辆的防脱控制需求。未来将使用更多前沿技术，实现现场设备状态，移动装备行车安全和作业过程的实时监控和全程管控^[9]。

定期检查与保养：站段定期需对铁路轨道作业车安排车间班组专业检修人员对装备进行全面检查复核，及时发现并处理松动或磨损的零部件，查漏补缺，确保轨道作业车辆各部件处于最佳状态，随时可用，随时能用。

改善轨道条件：站段车间班组加大线路质量巡查工作，降低零部件因振动而脱落的风险。站段每年要充分利局集中修、日常维修天窗期加大对路基道床的机械化清筛、换枕、捣固等更本性整治工作，确保线路指标保持平稳。

四、结论

铁路检修装备防止零部件脱落将是未来自轮设备发展过程中必然要解决的问题，相关先进预防治理理念目前多在研究阶段。本文提出的运用信息化的监测检测技术、全方位硬性防护方案研究，其主要通过改进优化轨道检修装备车体底部空间位置，加装红外线扫描感应器、动态高清监控装置、轻量型铝合金材质防脱护板、强力磁铁排石刷等降低关键零部件脱落风险。该设计运用能有效杜绝关键零部件的脱落事件发生，保障铁路行车的安全、

高效运行，未来具有极大的推广意义。随着时代变迁新技术层出不穷，既有轨道作业车技术已无法满足如今铁路高速发展的需求，新一代轨道车运行控制设备技术方案研究也有提到，可根据轨道车运行控制设备的现场使用情况以及设备自身的故障检测机制，按照各类故障造成的影响，将故障分级别处理。未来研制功能更全面、性能更优的轨道车运行监控设备成为新的工作目标，对于铁路运输安全和轨道车安全运行具有重要意义^[10]。通过以上措施，轨道作业车辆零部件防脱落问题终将得到本质上的解决，从而保障铁路运输的安全和稳定。

参考文献

-
- [1]徐天平，铁路运用货车配件脱落的原因及对策，《上海铁道科技》，2016年第4期，156-157。
[2]北京局，强化行车安全管理确保轨道车作业车安全，《铁路自轮运转设备调车安全管理学术论坛》，2018（10），5-8。
[3]TG/GW2019-2021，《轨道作业车管理规则》，北京：中国铁道出版社。2021。
[4]李志红，浅谈轨道车故障与预防，《工程技术》，2010（7），81。
[5]赵增闯，轨道车辆转向架防松、防脱技术措施探讨，《技术与市场》，2017年第11期，19-21。
[6]贾惠臻，高速动车组防脱落底板的结构设计，《设计研究》，2019年第7期，178-180。
[7]魏儒东，窦明轩，景志荣，董印承，自轮运转设备电子管理系统的研发与应用，《铁道技术监督》2015.（1），43-45。
[8]周毅，工务机械车运用安全管理工作的思考，《运输安全》，2017第4期，31-33。
[9]王瑾，高铁综合维修生产一体化改革与实践，《中国铁路》，2021（4），43-48。
[10]肖兴，何镭强，牛勤，王东，新一代轨道车运行控制设备技术方案研究，《铁道通信信号》，2019年第12期，26-30。