

# 车辆段洗车机轨道区域排水不畅引发的设备锈蚀问题探讨

邓有林

重庆轨道交通运营有限公司运营四分公司 重庆 400714

**【摘要】**：轨道交通车辆段洗车机是列车日常保洁的关键设备，它的轨道区域一直处在高湿、多水的作业环境中，排水系统是否畅通直接关系到设备和轨道结构的使用寿命。由于车辆段设计规划、施工质量、运维养护等诸多因素的影响，造成洗车机轨道区域排水不畅，长期积水和潮湿环境造成轨道、洗车机本体、附属设施大面积锈蚀，既增加了设备故障的频次，又提高了运维的成本，也直接危及到列车的走行安全以及运营的安全。本文根据车辆段现场运维实际情况，对洗车机轨道区域排水不畅的典型表现进行分析，梳理出锈蚀问题给设备带来的主要危害，分析排水缺陷产生的原因，有针对性地提出排水系统优化、施工质量控制、日常精细化养护、锈蚀主动防控的综合防治措施，为轨道交通车辆段设备全生命周期管理、锈蚀隐患治理提供实践指导，提高车辆段整体运维保障水平。

**【关键词】**：车辆段；洗车机；轨道区域；排水不畅；设备锈蚀

DOI:10.12417/2705-0998.26.06.001

## 引言

金属设备和结构长时间处在水分、空气中的氧气以及废水中的腐蚀性离子之中，会持续遭受电化学腐蚀和化学腐蚀的影响，从而慢慢产生锈蚀起皮、结构变薄、部件松动、功能失效等状况，造成排水不畅、积水锈蚀、设备故障、运维成本上升的恶性循环。此类问题在运营年限长、早期设计标准低的车辆段里尤为严重，已经成为车辆段设备运维的共同难题。因此本文以洗车机轨道区域排水不畅造成的锈蚀问题为研究对象，从理论上进行系统的分析和对策研究，兼顾理论的合理性以及现场的实用性，给同类问题的解决提供思路借鉴。

## 1 洗车机轨道区域排水不畅的典型表现与现场特征

### 1.1 轨道区域积水形态与分布特点

洗车机作业轨道大多为直线段，正常工况下废水应该沿着道床排水坡快速汇入两侧排水沟，然后通过管路排入污水处理系统。排水不畅时，首先会出现在轨枕之间、道床内部有持续性的积水现象，特别是轨道中间位置以及洗车机设备基础周边，积水形成明显的积水洼陷，单次洗车结束后，积水不能在规定的时间内自然排出，部分区域积水深度可达几厘米，即使长时间空置，道床内部仍然处于潮湿饱和的状态。第二，排水沟里堆积了大量的泥沙、棉絮、车体脱落下来的杂物等，使排水沟的有效过水断面减小，废水溢流到轨道表面，形成大面积的湿渍区。另外部分排水口位置过高、管路倒坡，废水不能及时流入排水管路，在轨道区域来回滞留，使潮湿的覆盖范围增大。

### 1.2 排水不畅的直观运维隐患

排水不畅的直观特征除了有积水，还有排水设施功能衰退的表现，如排水管路堵塞造成废水外溢污染周边场地，排水沟盖板破损或缺失，杂物进入淤积，排水泵启停失灵，被动排水方式失效等。此类问题在日常巡检中容易被忽略，大多数运维

人员只关注洗车机本体的运行情况，对于轨道区域的排水隐患没有足够的重视，在出现明显的锈蚀、设备故障的时候才进行整改，错过了最佳的治理时间，造成锈蚀问题不断扩散、加重。

## 2 排水不畅引发设备锈蚀的核心危害分析

洗车机轨道区包含钢轨、轨枕、道床、洗车机机架、喷淋管路、电气控制系统、接地装置等诸多设施，材质大多为碳钢、铸铁、普通钢材，耐潮湿腐蚀能力较差，在积水环境里容易出现锈蚀情况，由表及里地造成诸多危害，直接危及到运行安全和维护效能。

### 2.1 轨道结构锈蚀破坏，威胁列车走行安全

钢轨是列车行驶的承载体，轨底与轨枕相接处会一直受到积水的浸润，在这样的环境中，废水里的氯离子、钙离子等腐蚀性离子就会加速钢轨的电化学腐蚀，导致钢轨底部产生锈蚀和变薄现象，进而引起断面尺寸减小，降低钢轨的承载能力以及抗疲劳性能。同时轨枕预埋的金属连接件、轨道固定螺栓锈蚀后会出现螺栓松动、连接件断裂的现象，造成轨道几何尺寸出现偏差，影响列车运行的平稳性，严重时还会引起列车颠簸、脱轨的隐患。道床内部的钢筋构件锈蚀膨胀，会挤压力道床混凝土，造成混凝土开裂、破损，从而破坏轨道结构的稳定，形成结构安全隐患。

### 2.2 洗车机本体设备锈蚀失效，降低运维作业效率

洗车机机架、喷淋臂、旋转刷盘支架、水泵基座等金属结构长期处在高湿、积水的环境中，表面防腐涂层很快就会脱落，基体金属直接被锈蚀，造成机架变形、喷淋臂卡顿、刷盘转动不畅等故障。喷淋管路、阀门锈蚀后会形成管路堵塞、漏水、阀门开关失灵等问题，造成洗车机水压不够、喷淋不均，不能达到列车保洁作业的要求。电气控制箱、传感器、接线端子等电气部件受潮锈蚀之后，会造成线路短路、信号传输故障、设备误动作等状况出现，不但会加大非计划停机次数，还会加快

电气设备的磨损速度，明显提高设备更换和维修费用。

### 2.3 附属设施锈蚀老化，增加全生命周期运维成本

轨道区域的接地装置、电缆桥架、排水泵、防护栏杆等附属设施，也会因为排水不畅而出现锈蚀，接地装置锈蚀会使接地电阻的导电性能降低，影响设备防雷和安全接地的效果，引发电气安全隐患；电缆桥架锈蚀破损后，会使得电缆保护层受到磨损、受潮，加大了电缆故障的风险；排水泵叶轮、泵体锈蚀之后，排水效率不断降低，积水情况愈加严重，形成了一个恶性循环。从运维成本上看，锈蚀问题不但要花费大量的资金去更换部件、修复结构，还要增加人工巡检、除锈、防腐的次数，消耗运维人力和物资，大大提高了车辆段设备全生命周期运维成本。

## 3 轨道区域排水不畅的根源性成因剖析

洗车机轨道区域排水不畅不是单一因素造成的，是设计规划、施工建设、日常运维、环境工况等各方面因素叠加而成的，只有找到问题根源，才能制定出相应的整改和防控措施。

### 3.1 设计规划层面的先天不足

早期建设的某些车辆段洗车机轨道区域排水系统的设计，没有很好地考虑到洗车作业废水量大、杂质多的特点，存在着许多设计上的不足。一是轨道和道床排水坡度设计不符合铁路站场排水设计规范要求的坡度标准，废水不能依靠重力自然快速地排走；二是排水沟、排水管路的断面尺寸设计太小，不能满足高峰期洗车废水的排放需求，容易造成溢流；三是排水口位置设置不合理，大多设在轨道两侧较高处，低洼处积水不能及时排出；四是没有针对性设置泥沙过滤装置，废水中的杂质直接进入排水管路，长期淤积造成管路堵塞；五是部分区域没有设计被动重力排水和主动机械排水相结合的系统，只依靠重力排水，遇到阴雨天气或者集中洗车作业时，排水能力严重不足。

### 3.2 施工建设阶段的质量管控漏洞

施工质量不合格是造成后期排水不畅的主要原因，部分施工单位没有按照设计图纸和施工规范进行施工，存在诸多质量问题。一是道床混凝土浇筑及找坡施工不符合要求，实际排水坡度与设计不符，局部出现反坡、坑洼，形成积水死角；二是排水沟砌筑、管路铺设时，出现管路错位、接口密封不严、倒坡等问题，造成废水渗漏、排放受阻；三是排水设施周边回填土压实度不够，后期沉降不均，使排水沟、排水管路变形、开裂，排水功能受到影响；四是未做好排水设施的成品保护，施工中杂物、混凝土残渣落入排水沟和管路，没有及时清理，造成先天性堵塞。

### 3.3 日常运维养护的不到位

车辆段日常运维大多集中在列车检修和主要设备的运行

上，对洗车机轨道区域排水设施的养护不够重视，没有形成常态化的、精细化的养护机制。第一，没有定期进行排水设施的巡检，对于排水沟淤积、管路堵塞、盖板破损等问题发现得比较晚；第二，没有建立定期清淤制度，排水沟、排水管路内泥沙、杂物长时间堆积，造成排水通道逐渐变窄；第三，对排水泵、阀门等主动排水设备，没有定期进行维护保养和调试，设备故障后不能及时修复，丧失了主动排水的能力；第四，对已经出现的轻微锈蚀问题，没有及时进行除锈、补漆防腐处理，使锈蚀范围不断扩大，进一步破坏了排水设施的完整性。

### 3.4 环境与工况叠加的复合影响

洗车机轨道区域特殊的工况以及外部环境，又加重了排水不畅和锈蚀的问题。一方面洗车作业频次高、废水量大，废水中有清洗剂、粉尘等腐蚀性物质，会加快排水设施堵塞的速度，同时提高水环境的腐蚀性；另一方面车辆段大多处在露天或者半露天环境中，阴雨天气还会加重轨道区域积水，南方高温高湿地区、沿海盐雾地区空气中的湿度和盐离子含量更高，会使金属锈蚀速度加快，造成环境与工况的双重叠加影响。

## 4 排水优化与锈蚀防控的综合治理措施

对于车辆段洗车机轨道区域排水不畅造成锈蚀的问题，要遵循“源头治理、过程控制、长效防控”的方针，从设计改良、施工整改、运维保养、锈蚀防控这四个方面来制订全过程的综合治理办法，从而彻底消除积水情况，阻止锈蚀扩散。

### 4.1 优化排水系统设计，补齐先天设计短板

新建车辆段洗车机轨道区域要严格按照铁路站场排水设计规范，根据洗车作业工况来优化排水系统的设计。合理设置道床排水坡度，保证轨道区域整体坡度满足重力排水的要求，消除局部反坡和积水死角；加大排水沟、排水管路的断面尺寸，匹配高峰期洗车废水排放的需求，在排水口前端设置可拆卸式的过滤装置，拦截泥沙、杂物，防止进入管路堵塞；采用重力排水和机械排水相结合的方式，在低洼积水区增设小型排水泵和集水井，使废水主动排走；排水口位置设置在轨道两侧最低处，保证积水能全部流入排水管道。对于既有车辆段要根据现场实际情况进行排水系统改造，补设过滤装置、调节排水坡度、增设集水井和排水泵，补齐先天设计的不足。

### 4.2 强化施工验收管控，筑牢工程质量基础

不管是新建的排水系统还是既有设施的改造，都要把好施工质量关，实行全过程控制和竣工验收。施工前要确定施工技术标准和质量要求，对施工人员进行专项技术交底；施工过程中重点控制道床找坡、管路铺设、排水沟砌筑等关键工序，防止出现反坡、管路错位、接口渗漏等现象，及时清理施工杂物，防止先天性堵塞；施工结束后，严格按照通水试验程序执行，检测排水是否畅通，对于存在积水、溢流问题的地方立即进行整改，验收合格后才能投入使用。做好施工资料的归档工作，

为后期的运维养护提供技术上的依据。

#### 4.3 完善日常运维机制，落实精细化养护

创建常态化的排水设施运维养护机制，把洗车机轨道区域排水管控纳入车辆段日常运维考核体系，确定运维责任和工作标准。一是定期开展专项巡检，每周对排水沟、排水管路、排水泵、阀门等设施进行一次全面检查，及时发现并处理淤积、破损、故障等问题；二是实行定期清淤制度，每月对排水沟、过滤装置进行一次清理，每季度对排水管路进行一次疏通，保证排水通道的畅通；三是加强主动排水设备的维保工作，每月对排水泵进行调试、润滑、防腐处理，定期更换易损件，保证设备随时可以正常使用；四是做好巡检和养护记录，建立排水设施运维台账，跟踪问题整改情况，形成闭环管理。

#### 4.4 推行锈蚀主动防控，延长设备使用寿命

在排除了排水不畅的问题之后，对轨道区域的金属设备和结构实施主动锈蚀防控，从而减少锈蚀的风险。一是对已经出现锈蚀的部位及时进行除锈处理，清除表层锈蚀物之后，涂刷高性能防腐涂料，对钢轨、螺栓等重要承载部件使用专用防腐油脂进行防护，隔绝水分和空气接触；二是改进洗车废水处理

工艺，削减废水腐蚀性，削减对设备及结构的腐蚀影响；三是挑选不锈钢、镀锌钢材等耐腐蚀材料，更换旧有容易锈蚀的部件，加强设备本身的抗腐蚀能力；四是定时开展锈蚀隐患排查工作，每半年对轨道、洗车机本体、附属设施展开全面检测，对早期锈蚀隐患尽早消除，避免问题扩大。调整道床排水坡度，增加双侧集水井和两台小型排水泵，改善排水管路布局；清除排水沟淤积的杂物，安装前端过滤装置，定期进行清淤养护；对锈蚀严重的钢轨、螺栓、洗车机机架进行除锈防腐处理，更换一些容易锈蚀的电气部件；对专项运维养护制度进行规范，确定巡检、清淤的频率。

### 5 结论

车辆段洗车机轨道区域排水不畅造成设备锈蚀的问题，是轨道交通运营安全和运维效率的共性隐患，它的产生原因牵涉到设计、施工、运维、环境等诸多方面，治理要实行源头防控和长效管控相融合。经由改善排水系统的设计，严格把控施工品质，执行精细化日常保养工作，推行主动锈蚀防控措施，可以全面消除轨道区域积水状况，从源头上杜绝锈蚀隐患，延长轨道结构和洗车机设备的使用年限，削减运维费用，保证列车走行安全和设备正常运转。

#### 参考文献：

- [1] 赵文天.ATC 车辆段信号系统工程设计探讨[J].自动化与仪表,2023,38(03):111-115.
- [2] 韩秀辉.严寒地区地铁车辆段洗车设施设计实践[J].现代城市轨道交通,2023,(01):33-38.
- [3] 刘迪.全自动运行地铁车辆段设计特点分析[J].科技与创新,2020,(08):53-54+57.
- [4] 黄波.蒙自现代有轨电车车辆段工艺设计特点[J].四川建筑,2018,38(04):25-28.
- [5] 李岗.对地铁车辆段洗车线布置型式研究[J].山东工业技术,2018,(12):92.
- [6] 金永乐,张雄.地铁车辆段入段线通过式洗车线布置研究[J].高速铁路技术,2016,7(02):61-64+75.