工程与管理科学
Engineering and Management Science
第 8 卷◆第 10 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2705-0637(P) / 2705-0645(O)

沙漠地段铁路大型养路机械预防性保养与故障防控技术探讨

陈磊
国家能源集团铁路装备有限责任公司　陕西省榆林市　719400

DOI：10.32629/ems.v8i10.22601

［摘　要］大型养路机械在风沙频繁、温差大、干旱少雨的特殊环境中运用，机械设备保养困难、天气适应性差、故障率高等问题越来越明显。本文在分析大型养路机械检修保养制度和现场维护保养研究现状的基础上，提出优化预防性保养制度、建立状态监测与智能诊断体系、开展防风沙技术改造、推进信息化检修管理的故障防控技术措施。研究认为，坚持以预防为主，防治结合，把预防性保养同故障预防结合起来，是提高沙漠地段大型养路机械运用可靠性、保障沙漠铁路安全畅通的有效途径。

［关键词］大型养路机械；沙漠铁路；预防性保养；故障防控；状态监测

引言

大型养路机械是铁路线路养护维修的主要设备，在捣固、清筛、稳定等规模化线路施工整治中起着不可替代的作用。大型铁路养护设备大多采用检查、维护为主的保养方法，把周期性检修和状态监测维护结合起来的全面保养方案，针对各个部件不同的使用特点，采取不同部件的不同保养措施。随着铁路路网不断地向西部沙漠地区延伸，大型养路机械运用环境产生了根本性的改变，它的应用及维修管理也面临着新的问题。在技术研究方面，成果是运用检修管理信息系统建设，使大机检修由周期性修变为了故障性修，预防性修变为了科学化诊断方式，利用振动信号、液压系统参数监测以及智能诊断数据融合的方法对大机进行判断，并且经过现场的维护和保养，得出科学完整的维护保养系统可以明显降低大机出现故障的可能性。另外沙漠地段铁路的运行实践显示，该地区昼夜温差大、风沙天气频繁，容易造成设备损坏；大风天气下接触器卡滞、喷油泵齿条卡滞等问题比较多，会直接对动力和电气设备产生影响。

一、沙漠地段大型养路机械保养困难的主要表现

（一）风沙侵蚀加重清洁保养作业量

沙漠地区风沙活动频繁，空气中的沙尘浓度高。大型养路机械在作业和运行过程中，沙尘会大量附着在机体表面，并侵入发动机进气系统、液压系统、电气柜等关键部位。按照勤清洗、勤检查、勤紧固、勤调整的日常保养要求，在风沙条件下的清洁工作量成倍增加。柴油机进气系统一般采用钢板滤网加纸芯滤网加防尘海绵三重过滤结构，在风沙环境下滤芯要经常清洗或者更换，检修部门每天要清洗多台机车的钢板网滤芯，然后用柴油清洗、机油浸泡来增强吸附能力。由于其构造复杂、部件数量众多的特点，在风沙环境中捣固装置、液压缸活塞杆、传感器等部件的清洁次数明显大于其他地区的常规情况，因此维修保养所需要的时间也要长很多，沙漠里同样的一个保养项目需要的时间往往是平原地区的几倍。

（二）高温干旱环境影响保养工作的进行

沙漠夏季高温、阳光强烈，机械在露天停放和作业时表面温度高，给保养作业带来困难。高温环境下发动机散热负荷大，为了兼顾防尘和散热，在夏季要对部分过滤装置进行调整，拆除防尘海绵滤网防止机械高温[1]。由于沙漠地区降水稀少、水源缺乏，机械清洗、冷却系统补水等保养作业受到用水条件的限制；干旱环境下液压油、润滑油容易因高温加速氧化变质，油液理化性能下降，更换与检测周期需要相应缩短。高温还加剧了橡胶密封件、液压软管等非金属部件的老化，使保养检查中需要处理的老化问题明显增多。

（三）检修资源和配件保障能力不足

沙漠铁路沿线人烟稀少、交通不便，大型养路机械经常在远离基地的区段长时间驻留作业，配件供应、油料补给和技术支援的时效性差。对于检修复杂、耗时且成本较高的关键部件，柴油机、变速箱、液力变矩器、捣固装置以及稳定装置等核心部件要适当储备，并实行总成之间的互换维修。但是沙漠地段运输条件差、运距长，总成储备和配送难度大，一旦发生较大的故障，停机等待时间较长，保养资源不足的

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

矛盾会更加突出。由于交通不便，所以检测仪器和专用工具也受到了影响，从而影响了检修的能力。

（四）天窗时间紧张和保养周期矛盾突出

大型养路机械作业只能利用线路天窗时间进行，天窗时间有限而且受运输组织的限制。设备完成高强度作业后，需要马上转场或者连续作业，留给保养的时间被大大压缩。相关管理要求每台设备每日保养检修时间不少于 2 小时，但是沙漠地段作业任务重、天窗安排紧的情况下，这一要求执行起来比较困难，容易出现保养时间不够、保养项目被压缩、保养只停留在表面上的问题，久而久之会造成设备隐患的累积[2]。

（五）专业保养人员能力储备不足

沙漠铁路沿线工作条件艰苦，专业技术人才流动性大、储备不足。大型养路机械集机械、液压、电气、测控技术于一体，对保养人员的专业技术水平要求高。目前现场维护保养普遍存在维护内容流于表面、专业能力不足等问题，部分操作人员缺乏对精密部件保养能力的掌握，难以识别潜在隐患。在沙漠地段人员更替频繁、培训资源有限的条件下，这一问题更加突出，成为制约预防性保养质量的重要因素。

二、沙漠地段恶劣天气对大型养路机械的影响

（一）沙尘暴天气对动力和电气系统的直接危害

大风沙尘天气是沙漠地段最突出的气象灾害。现场实践表明，大风天气容易造成机械车电器部分接触器卡滞、柴油机启动马达、停机电磁阀卡滞等问题。沙尘侵入接触器触点后引起触点接触不良，电路不通造成设备停机；喷油泵齿条蒙沙后出现卡滞，直接影响柴油机功率输出。大型养路机械的电气控制系统大多采用继电器、接触器、传感器等元件，沙尘进入电气柜后还会造成绝缘性能降低、线路板污染等隐患。铁路春检实践也显示，风沙天气易造成供电设备沙尘淤积、部件松动等问题，需要逐段清理沙尘淤积、紧固松动部件，防止风沙引发故障[3]。

（二）大风扬尘对液压与传动系统的侵蚀

大型养路机械作业执行机构以液压系统为主，液压油缸、阀组、油管等部件长期暴露在风沙环境中。当沙尘进入液压系统后会污染液压油，并导致油泵和阀芯的磨损加大，从而引起密封件失效、内泄增加等问题，造成动作缓慢、压力波动、渗漏等情况出现。传动系统、作业装置活动铰接处以及导向装置这些地方由于沙粒的磨料作用而加速了其磨损的速度，捣固装置、稳定装置等关键部位的寿命也会因此变短，润滑脂受到沙尘污染而失去润滑性，使各部件之间摩擦生热的现象加剧。

（三）极端温差和干燥气候加快部件劣化

沙漠地带昼夜温差大，夏季白天高温与夜间低温交替，冬季严寒。剧烈的温度变化使金属部件产生交变热应力，加快结构疲劳；橡胶密封件、液压软管等在高温和紫外线作用下老化加快，在低温下又变硬变脆，密封性能下降。昼夜温差大，风沙天气多，容易造成铁路设备的各种病害。干燥的气候也增加了静电积聚的风险，对电气设备的绝缘和放电防护提出了更高的要求，气密部件因为干燥而收缩也会出现渗漏[4]。

（四）恶劣天气对作业安全和保养质量的间接影响

在风沙天气下能见度低、作业环境差，保养作业的质量控制难度加大。露天保养的时候沙尘很容易再次污染刚清洁、润滑过的部位，造成边保养边污染的现象；大风条件下登高检查、油液加注等作业的安全性也会受到影响。恶劣天气还会导致保养计划被迫中断或调整，保养记录不完整，从而影响保养的连续性与有效性，使预防性保养的效果大大降低。

三、沙漠地段大型养路机械故障高发的防控技术

（一）故障高发的典型模式与机理

根据现场运维经验可知，大型养路机械的故障主要分布在液压系统、电气控制系统和机械传动系统三个系统上。液压系统故障一般表现为漏油、压力波动大、动作迟缓等现象，其成因是油液污染、密封件老化、滤芯堵塞等；电气控制系统故障多为接触不良、线路老化、接地不良，在沙尘环境中又使接触器、继电器触点受到更为严重的污染和卡滞作用；机械传动系统故障主要是部件磨损、异响、精度下降，耐磨板磨损严重，磨损快、轴承润滑不良造成的异常发热较为普遍。沙漠地区由于风沙侵入、润滑条件变差、温差应力等因素的影响，上述故障的发生率明显增大，形成了一种沙尘侵入、磨损加剧、故障扩大的恶性循环，必须采取预防性保养加以干预。

（二）优化预防性保养制度和保养周期

预防性保养就是减少故障发生的最直接、最有效的方法。经过实际调查可知，建立科学完整的现场维修保养体系可以有效地降低大型养路机械整体故障发生率。制度上坚持以检查保养为基础，计划性修理和状态监测修理相结合的检修保

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

养制度，落实五级修程管理要求，分级分类明确检、养、修标准，防止失修、避免过度维修。周期安排上，根据作业强度、环境条件和部件状态动态调整保养周期，在风沙季节里，滤清器、油液、密封件等零部件的检查、更换周期应该缩短；灰尘较大的情况下，常规检查的周期要适当缩小，设备巡检频率也要相应加大。日常保养中推行望闻问切点检法，即观察外观状态、聆听运行异响、询问使用情况、检测关键参数，提前发现潜在故障[5]。

（三）创建状态监测和智能诊断体系

状态监测和故障诊断是精准预防维修的技术基础。大型养路机械日常维护中需要配备电子听诊器、轴承故障检测仪、红外测温仪等设备，开展常态化状态监测；使用振动检测仪、铁谱仪等仪器对关键总成定期取样分析。在此基础上用振动信号诊断、液压系统参数监控、油液分析等方式来进行旋转部件、液压回路的检测。振动信号可以反映出传动部件以及动力系统的运行情况，液压系统压力、流量、温度、油液污染度、金属碎屑含量这些参数的改变就可以预测到液压元件会失效的风险。随着物联网、大数据技术的发展，应该继续整合振动、温度、压力、电流等多源数据，创建设备故障特征数据库，用智能诊断算法实现故障自动识别、趋势预测，给预防性保养提供精准的决策依据。

（四）实施防风沙技术改造和防护措施

根据沙漠地段的特点，应从设备自身的防护入手进行防风沙改造。一、改进进气过滤系统，采用多级过滤结构，并且提高过滤装置的吸附能力，定期清洗、更换滤芯；二、给电气柜、传感器、液压执行部件等加装防尘保护装置，减少沙尘进入；三、对暴露在外的活动部件和密封处加以保护和润滑，减少磨损产生的磨料磨损现象；四、依据风沙季节的特点来制定出具体的整修计划，并采取销号表方式管理整修过程，每件事情都按顺序地去做清洁工作、检查项目以及改善事项等。根据风沙区段的运行实际可以得知，如果能够常态化清除掉积存的风沙污物，加固已经松动了的零部件，增强设备反应能力等方面的处理，就能够在很大程度上降低因风沙引起的种种设备事故的发生率[6]。

（五）推进信息化检修管理与数字化精准预防修

传统的周期修模式在沙漠地段容易出现欠修和过度修并存的问题。使用信息化手段对大型养路机械的台账、运行、施工、检修环节进行全过程管理，以大机实际服役状态为基础，实时评价部件隐患严重程度和维修紧迫性，自动生成维修优先级，促使检修由周期修向故障修、预防修转变。例如 DC-32、DCL-32 捣固车、WD-320 稳定车搭载状态监测模块，实时采集激振压力、发动机油温、振动幅值等运行参数；QS-650 清筛车监测扒链驱动液压回路压力与流量，SPZ-200 配碴车监测输送带张力数据，系统根据监测数据判定部件劣化等级。同时要按照数字化精准预防的要求，持续不断地开展油料观察、设备状态跟踪、异常指标分析研究，创建起设备健康档案和运行数据链，从而达到保养计划、配件库存、检修记录等一体化管控的目标，提高沙漠地区大型养路机械运维管理的科学性和时效性，给预防性保养精准实施提供数据支撑。

结语

沙漠地段铁路大型养路机械运用环境有风沙频繁、温差大、干旱少雨等特点，机械设备保养困难，恶劣天气影响大，故障率高，是制约线路养护质量和运输安全的主要矛盾。因此对于沙漠地段铁路大型养护中，应以预防为主、防治结合，预防性保养和故障防控技术相结合，是提高沙漠地段大型养路机械使用可靠性、延长设备使用寿命、保证沙漠铁路安全畅通的有效途径。随着状态监测、智能诊断、数字化管理技术的不断成熟，沙漠地段大型养路机械运维保障能力将会不断提高，给西部沙漠铁路的安全稳定运行提供坚实的设备技术支持。

[参考文献]

[1]高天宇,庞思雨. 铁路大型养路机械作业工务设备动态履历平台研究[J].铁路计算机应用,2026,35(8):58-62.

[2]蔡茜,邓雄杰. 大型铁路养护设备的健康维护与维修管理系统设计[J].机械工程与自动化,2026,55(3):247-249+252.

[3]杜文涛,宋志刚,张健,等. 铁路大型养路机械振动作用下地面振动衰减规律试验[J].昆明理工大学学报(自然科学版),2026,51(4):190-197.

[4]覃诗怡,陈龙贵,贾瑞雪,等. 铁路大型养路机械技术演进趋势研究[J].时代汽车,2026,(5):10-13.

[5]张文武. 铁路大型养路机械分动箱组装工艺要点探讨[J].内燃机与配件,2026,(1):78-80.

[6]杨建昌,庞文凯,段志升,等. 铁路大型养路机械维修保养措施探索[J].中国设备工程,2025,(24):36-38.

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.