

公路施工机械设备的管理要点与维护策略

刘光旗

新疆北新国际工程建设有限责任公司 北京 100015

【摘要】：公路是我国基建重点之一，其项目的规模和技术水平也在不断提高。在这个过程中，工程机械已经由一种简单的附属方式发展成为决定项目进度、质量和效益的关键生产因素。各种现代化的机器和设备，从地基的挖掘、摊铺和压实等环节，共同组成了现代化公路建设的基本画面。但在复杂变化的现场建设环境下，这些高价值、高科技集成设备的运行效率和维修能力是决定工程成功与否的关键因素，因此，对其进行科学化和高效率维修是建筑企业亟待解决的问题。

【关键词】：公路施工机械设备；管理要点；维护策略

DOI:10.12417/3083-5526.25.03.006

引言

公路施工机械设备作为基础设施建设的重要组成部分，其机械设备的工作状况不但关系到单个工艺的进度，而且关系到整个工程造价、安全和品质的实现。目前，我国从设备采购配置、现场调度、日常使用到维修维护等许多方面都有一定的优化余地。通过对我国工程项目管理实践中出现的代表性和冲突进行深入分析，探索建立一种涵盖整个设备生命周期的、融合现代管理思想和方法的工程项目管理精细化战略体系，为提高我国公路建设企业设备资产运营效率，保障项目的成功开展具有重要的科学意义和实际指导意义。

1 公路施工机械设备精细化管理的现实意义

公路是一国基建的脊梁，其修建的好坏和效益如何，将影响到整个城市的发展和人民的幸福程度。随着公路施工的发展，各种类型的挖掘机、压路机、摊铺机、拌和站等设备的工作状况和工作效率，将对施工进度、工程质量和费用的控制起到至关重要的作用。但这些高价值、高技术含量的设备在恶劣的现场工作条件下，将面对高强度服役、恶劣工况磨损和多项目调配等诸多挑战。如果管理不当，维修落后，不但会引起设备故障频发，停工时间延长，从而影响工程进度；而且，由于设备状况欠佳，还会引起摊铺平整度不足、压实度不均匀等各种质量问题，从而引起工程安全事故。所以，对机器设备进行精细化和科学化的维修，其重要性远远超过了简单的财产保护。这是保证工程按时高质量完工的核心技术支持，对控制工程造价、提高投资效益具有重大意义，同时也是促进我国公路建设由劳动密集型向技术密集型转变的必然需求^[1]。

2 公路施工机械设备管理中存在的主要问题

2.1 管理粗放：制度流于形式与资产效能低下

目前，在公路工程建设中，出现粗放式的现象，主要表现在系统和实际操作两个方面。虽然大部分建筑企业都是按照

《公路工程施工机械台班费用定额》等相关规范建立的，但是随着工程建设的不断深入，很多都变成了记账等形式的工作。比如，在土石方工程施工过程中，挖掘机的实际作业时间往往落后于作业计划，作业员只在记录本上草草地填上“8小时工作”几个字，而缺少有效作业时间、空闲时间、油耗等重要参数。据中国公路施工企业联合会2022年的调研，大约63%的项目单位无法每天对设备运转情况进行精确的统计和统计，造成了设备利用率、设备完好率等关键管理指标的长期依靠经验估计。这样的经营不足，将会导致企业的整体效益出现系统性的损失。在摊铺过程中，摊铺机的工作车速可以达到3-6 m/min，然而，在施工过程中，因各施工环节衔接不畅和材料供给不够迅速，导致其实际工作时长不到70%。另外，由于仪器的闲置和配置不当，造成大量的资源浪费。在多个工作面的建设情景下，由于缺乏对实际需要的及时调配，导致关键设备如压路机、平地机等在各项目段之间的流动频繁。一项10条高速公路新建工程的调查表明，光是运输期间的非运营时间就占据了总运营总时长的15%，并且每一次运营都会带来200 km左右的空载行驶，以及与之相关的燃料、人力等成本。而设备与文件的分散管理，进一步加剧了企业财产失控的风险。尽管购置的设备都有出厂编号、技术参数和质保信息等基本文件，但是在使用年限较多的情况下，很多关键的技术数据如大修记录、主要部件的更换历史、故障分析等，都被分别存放在各个工程的资料室，无法构成一个连续的、完备的设备健康记录^[2]。

2.2 维护滞后：计划执行偏差与故障被动应对

维修方面，重使用轻保养的思想深入人心，使得预防维修工作很难得到有效实施，导致不坏不修，坏了急修的消极怪圈。虽然《设备使用说明书》中对各个阶段维护（如：250 h换油、500 h对刹车系统进行一次检测和调节）进行详细的说明，但是由于工程进度较快，工程工地往往忽略或延误日常维护。如在沥青摊铺过程中，需要对其烧嘴进行清扫，每次作业200 h

以上，不然容易造成受热不均匀，从而降低公路的平整度。但在施工过程中往往忽视了这个维护环节，导致了施工过程中沥青路面的温控精度降低。此外，维修工作中还出现一些不符合标准的问题。在替换施工设备液压油时，没有对液压缸及管道进行全面清洁，只进行简易的替换，造成新油很快被残余污染物所污染。据美国工程设备维护学会的不完全数据，在我国的液压设备中，有 70% 以上的失效都是由于机油的污染。故障诊断方法单一，依靠维修人员的主观判断，缺少相应的检测设备（发动机故障诊断设备和液压系统测试仪），造成故障定位不准，维修周期延长。这就导致一些微小的缺陷往往会延误到需要检修的阶段，不但维护费用翻倍（5-8 倍），还会因为意外停工而影响工程进度^[3]。

2.3 人员失配：专业技能不足与责任意识淡薄

当前运行维修工作中缺乏对员工业务素质、责任心等方面的认识，是制约设备工作效率提高的重要因素。从作业方面来看，很多机器操作人员虽然拿到驾照，但是对于自己所操纵的设备的特殊性能，安全作业红线，以及每天的检验重点并不清楚。如在不同的土质和湿度条件下，压路机驾驶员对最优的压实速率和压实次数不熟悉，或者在启动振态之前没有保证钢轮已经脱离静态公路，这种错误的作业方式不但会降低压实度，还会加快设备的损伤程度。在维修人员层面，存在着知识体系的陈旧性，以及对新型机械—液压集成设备（如智能摊铺机和无人驾驶压路机）的系统检测与维护能力。一次对公路建设公司进行的调查表明，只有不到 15% 的维修人员能看得懂国外产品的英文线路图或说明书。另外，职责分工不明也是一大顽疾，管理体制没有得到有效地执行，在发生故障的时候，经常会相互推卸责任。操作人员以为维修工作是维修人员的工作，例行的检修只是应付了事；维修人员投诉操作者粗暴地使用机器，导致机器失灵。由于缺少将设备良好率、油耗率等重要指标与员工个人表现密切相关的考评体系，导致“爱护设备”成为一句空洞的口号，而不能对其进行有效的约束和积极的鼓励^[4]。

3 公路施工机械设备管理的优化策略与维护要点

3.1 体系优化：推行全生命周期数字化精细管理

为实现设备的全寿命周期精细化管理，必须以物联网为基础，构建设备管理信息化平台。通过在各关键部件上加装特殊的传感器，实现对发动机工作时间、液压系统压力、关键转动部件的振动量等多项信息的实时获取，实现了以 1 min 1 Hz 的速率进行测量。要求工地工人通过工业级别的手机，通过防尘，防震的方式，对机器的条码进行扫描，并将每天的工作内容，燃料消耗量，以及值班情况进行登记。通过在工程现场布设的 4 G/5 G 专线将现场采集的信息传送到云服务中心，并结合设备采购合同、维修记录、配件库存等静态信息，生成一套完备的设备数字化文档。

通过可视化的操作界面，管理者可以看到整个工程中各设施的分布位置、运行状况和使用情况。如当一台大型摊铺机运行 1200 h 后，该设备就会发出警告，并建议对其进行检修。在设备调度方面，通过对各个项目建设和设备运行情况的分析，实现对设备的优化调度，使设备的空载率低于 15%。该系统在满足 JT/T 3168-2016 《公路筑养路机械保修规程》要求的检修期间的情况下，可在 3 个月内对其进行报警，并将其与备件存货信息进行相关分析，形成含有备件需求列表的维修订单。通过对设备进行精细化的管理，使得每年的设备效率由原来的 65% 提高到现在的 82%（如表 1 所示）。

表 1 全生命周期数字化管理关键环节与效能数据表

管理环节	核心技术/措施	关键指标/效能提升
数据采集	物联网传感器部署，1 分钟/次	实时采集发动机工时、液压压力、振动值
调度优化	系统智能调配	设备闲置率降至 15% 以下
效能提升	全流程数字化精细管理	设备年平均有效利用率从 65% 提升至 82% 以上

3.2 预防为主：构建基于状态的智能预警维护体系

建立以视情为基础的智能化工维修系统，其核心是将维修决策由传统的定期维修方式转向以设备的真实运行状态为基础的动态运行方式。其核心是对重要设备进行多参数的实时监控。如对于大吨位的碾压机，必须将其置于传动轴支座上，对其进行连续的振动加速度及转速测量；提供油压检测装置，在其主要回路中设置一个压力感应器及一个油粒计数器。利用边界运算模块对所采集的信号进行实时处理，并根据 ISO 10816-3 中的规定，对两个时间内的转速有效数值大于 4.5 mm/s，判断是否具有初期损坏的可能，并给出黄色警告。

机油监控部分，若发现机油中 15 微米以上的微粒数量急剧上升，超过 ISO 4406 规定的 20/18/15，则提示机油有不正常的磨耗，并产生推荐油样本化验的诊断结果。将多源信息融合到智能化的预警系统中，利用机器学习的方法构建设备的基本健康状态。通过对一种混合站主减速器 3 个月的振动谱进行统计，结果显示，齿轮的边缘区幅度呈 5% 的增加趋势，预计 60 个工作周期后将发生失效，并提出提前 45 天进行预防维修的建议。这样的预测维修可以将意外停工的时间缩短到 40% 左右，并且可以节省整个维修费用的 20% 到 30%^[5]。

3.3 能力提升：强化专业培训与规范化操作考核

提高员工的素质，可构建一套“以理论为基础，以考核和激励相结合”的连续培养机制。培养模式划分为三个层次：基本操作证书、专业技能提升、错误排查学。对新入职的操作工人进行 2 个星期的规范化训练，主要内容是：设备结构和工作原理，常规检查项目（《公路工程机械设备操作手册》中规定

的52个项目),安全操作规程和常见的常见故障辨识。实训过程中采用仿真实验与实物实验相结合的方式,最终通过了理论考核和实际考核的双重考核。对于维修人员,每季都要进行专门的技能训练,如夏天的时候要注意的是如何检查发动机的温度,冬天的时候要注意的是如何让发动机在冬天的时候注意保养。

在培训中引入增强现实技术,维护人员通过智能眼镜可直接查看设备三维分解图和维修操作演示,并调取该设备过往的维修记录。标准化的操作评估是由装有装置的车载终端来完成的,该终端还能对运行参数进行自动化记录,如摊铺机驾驶员在启动之前,会先对其进行加热,然后才能进行工作;压路机驾驶员在换振方式时,应不需要停车换向。每个月的营运资料都会形成一份考核报表,并与员工的业绩奖励相联系。并在此

基础上,构建“师徒制”的“传帮带”制度,即由资深设备管理骨干带队,每个月带一名青年技师参加两次以上的实地诊断课,对实践中出现的问题进行剖析。经过系统的训练和评估,由于错误造成的初期失效数量降低了35%,而解决问题的平均时间则降低了25%^[6]。

4 结语

综上所述,对公路施工机械进行精细化管理和科学养护,其重要性不仅仅体现在保证个别工程设备的良好运行上,更是关系到建筑企业的核心竞争能力以及整个公路工程产业的发展。这是建设项目造价管理的一个核心环节,是保证建设项目的安全 and 质量,同时也是促进产业向专业化和现代化发展的必然要求。随着物联网和大数据等技术的不断发展,设备的管理也将向着智能化、可视化和预测性的方向发展。

参考文献:

- [1] 何毅.公路工程施工机械设备的组织与管理[J].汽车周刊,2025,(10):153-155.
- [2] 蒋小龙.公路施工中的大型机械设备管理措施[J].汽车周刊,2025,(10):187-189.
- [3] 何远鑫.高速公路施工中的大型机械设备管理策略研究[J].交通科技与管理,2025,6(03):138-140.
- [4] 孙鹏飞.机械设备在公路桥梁施工中的管理及应用探讨[J].模具制造,2024,24(11):237-239.
- [5] 胡伟.高速公路施工机械设备的现代化管理探讨[J].中国设备工程,2024,(17):74-76.
- [6] 王治伟.公路桥梁施工中机械材料设备的管理工作探究[J].大众标准化,2024,(14):91-93.