

架桥机吊具钢丝绳磨损速率与日常检查周期合理性评估

闵祥波

中铁十局集团第四工程有限公司 江苏 南京 210046

【摘要】：为科学评估架桥机吊具钢丝绳磨损速率与日常检查周期的合理性，本文立足架桥机多样化实际施工场景，系统剖析作业工况、材质特性、环境条件等影响钢丝绳磨损的核心因素，构建磨损速率与检查周期的内在关联模型。通过实地跟踪监测不同作业强度、不同环境下的钢丝绳磨损数据，精准验证现有固定检查周期与钢丝绳实际磨损速率的匹配状况，据此提出基于磨损速率分级的检查周期动态优化方法。研究表明，与磨损速率精准适配的差异化检查周期，可有效降低吊装作业安全隐患、提升设备运维效率，为架桥机吊具钢丝绳日常运维方案的科学制定提供可靠实践参考。

【关键词】：架桥机吊具；钢丝绳磨损速率；检查周期；合理性评估

DOI:10.12417/2811-0536.26.04.010

引言

架桥机吊具钢丝绳是桥梁建设过程中的核心承重部件，直接承载梁体吊装、转运等关键作业荷载，其磨损状态不仅决定设备运行稳定性，更直接关乎施工安全与工程进度推进。日常检查作为保障钢丝绳安全运行的核心举措，检查周期的合理性是提升运维质量的关键——周期过长易导致磨损隐患无法及时发现，逐渐累积演变为重大安全风险；周期过短则会频繁中断施工流程，增加人力与物力成本，降低施工效率。当前架桥机运维实践中，普遍存在检查周期设定与钢丝绳实际磨损速率适配性不足的问题。基于此，本文聚焦架桥机吊具钢丝绳磨损速率与日常检查周期合理性展开研究，为运维方案优化提供有力支撑。

1 架桥机吊具钢丝绳运维现状及问题背景

架桥机吊具钢丝绳作为桥梁架设施工中的核心承重部件，直接承担着梁体吊装、转运等关键作业的荷载传递任务，其运行状态的稳定性直接关联施工安全与工程推进效率。在实际施工场景中，吊具钢丝绳长期处于高负荷、动态摩擦、户外环境侵蚀等复杂工况下，磨损是不可避免的物理过程。当前架桥机运维工作中，对吊具钢丝绳的日常管理多依据通用设备维护手册或行业常规标准执行，尚未形成针对不同作业场景的个性化运维体系，整体运维模式较为粗放。

吊具钢丝绳的日常运维核心环节包括定期检查、磨损监测、更换维护等，其中日常检查周期的设定是把控磨损风险的关键。现有检查周期多采用固定周期标准，即按照设备使用年限或累计作业时间设定检查间隔，未充分考虑不同施工项目的作业强度、荷载变化、环境条件等实际差异^[1]。这种统一化的周期设定方式，难以适配不同工况下钢丝绳的实际磨损速率，

为运维工作埋下隐患。

从实际施工反馈来看，因检查周期与磨损速率不匹配引发的问题较为突出。部分高强度作业场景下，固定检查周期过长，导致钢丝绳出现过度磨损后未能及时发现，增加了断裂、坠物等安全风险；而在作业强度较低的场景中，过短的检查周期则造成不必要的停机检修，占用施工时间，增加了人力、物力等运维成本。同时，现有运维工作中对钢丝绳磨损数据的记录较为零散，缺乏系统的积累与分析，无法为检查周期的科学调整提供有效数据支撑，进一步加剧了运维工作的被动性。

2 吊具钢丝绳磨损速率影响因素及检查周期匹配问题分析

吊具钢丝绳磨损速率受作业工况、自身材质特性及环境条件等核心因素综合影响，各因素相互关联并共同作用于磨损进程。作业工况上，不同桥梁架设项目的吊装荷载、起升下降频率及运行速度差异显著，大跨度桥梁大吨位梁体频繁吊装时，钢丝绳受力大、接触摩擦剧烈，磨损速率加快；小型桥梁吊装则因荷载小、频次低，磨损较平缓。材质特性方面，钢丝直径、股数排列及表面镀层质量决定耐磨性能，镀层脱落或直径偏细的钢丝绳更易磨损、断丝。环境条件尤为关键，户外高温加速油脂流失导致润滑不足，潮湿、盐雾环境引发锈蚀，锈蚀与摩擦协同加剧磨损。

现有日常检查周期与钢丝绳实际磨损速率之间的匹配问题，核心症结在于周期设定的僵化性与场景针对性缺失，缺乏动态调整机制支撑。当前行业内多数项目的检查周期，仅依据架桥机设备出厂说明书或通用行业规范确定，未充分考量具体施工项目的工况差异、环境特点以及钢丝绳的实际磨损数据，导致周期

设定与现场实际情况严重脱节^[2]。在高强度、恶劣环境的作业场景中，固定的检查周期难以跟上钢丝绳快速磨损的节奏，无法及时捕捉早期磨损缺陷，容易让小隐患逐渐累积成大风险；而在低强度、温和环境的作业场景中，过短的检查周期则显得多余，不仅会浪费人力、物力等运维资源，还会频繁中断施工流程，影响工程推进效率。

检查周期与磨损速率的不匹配，还会引发一系列连锁问题，破坏运维管理的系统性与安全性。当检查周期滞后于实际磨损速率时，钢丝绳的磨损缺陷无法被及时发现和处置，随着磨损程度的不断加深，其承载能力会逐步下降，一旦达到安全极限，极易引发钢丝绳断裂、重物坠落等安全事故，不仅会造成设备损坏，还会导致施工停滞，大幅增加维修更换成本与工期延误损失。若检查周期过于频繁，频繁的停机检查会打乱正常的施工节奏，增加运维人员的工作负担；同时，不必要的拆卸、吊运等检查操作，还可能对钢丝绳造成额外的机械损伤，反而缩短其使用寿命，形成“过度检查—损伤加剧—更频繁检查”的恶性循环，进一步提升运维成本。

3 基于磨损速率的检查周期优化调整方法

基于磨损速率的检查周期优化调整，核心是建立“工况监测-磨损数据采集-动态匹配调整”的完整闭环机制，其核心逻辑在于让检查周期精准贴合钢丝绳实际磨损状态，而非依赖固定标准。这一机制的首要环节是全面、系统的现场实测，通过精准采集不同工况下的磨损数据为周期调整提供坚实依据。在数据采集阶段，需结合架桥机施工的实际场景差异，针对性设置专项监测点，比如针对梁体吊装的主吊钢丝绳、辅助转运的副吊钢丝绳分别布设监测位置，确保覆盖核心承重部件。采用便携式磨损测量仪对钢丝绳的直径磨损量、表面断丝数量、磨损部位分布等关键指标进行定期检测，同时同步记录对应时段的作业荷载类型、累计作业时长、环境温湿度、是否存在雨雪风沙等恶劣天气等关联信息，确保数据的完整性与关联性。监测过程中需严格保证数据采集的连续性与规范性，每隔15天对同一根钢丝绳的同一监测点进行定点测量，连续监测时长不低于3个月，以此形成完整的磨损数据序列，明确不同工况下钢丝绳的磨损速率规律^[3]。例如在日均作业8小时、频繁吊装大吨位梁体的高强度工况下，钢丝绳月均磨损量可达0.3毫米；而在日均作业4小时、吊装轻型构件的低强度工况下，月均磨损量仅为0.1毫米。通过对这些实测数据的分类梳理与对比分析，进一步划分出高、中、低三个磨

损速率等级，为后续差异化检查周期的设定奠定基础。

在磨损速率分级的基础上，需结合钢丝绳的安全使用阈值，综合平衡安全保障与施工效率，确定科学合理的差异化检查周期。首先要明确钢丝绳的安全磨损极限，参考行业常规技术标准，当钢丝绳直径磨损量达到原直径的3毫米时，需立即停机更换，以此安全阈值为基准，倒推不同磨损速率等级对应的合理检查周期。对于高磨损速率等级的场景，结合实测数据可知，此类工况下钢丝绳磨损速度快，若沿用原有固定周期易遗漏安全隐患，因此可将检查周期调整为7天一次，确保能及时识别磨损异常，提前预警风险；对于中磨损速率等级场景，月均磨损量约0.2毫米，磨损速度相对平缓，可将检查周期设定为15天一次，既能保证安全监测的有效性，又能避免过度检查对施工进度的干扰；对于低磨损速率等级场景，月均磨损量在0.1毫米以下，磨损进程缓慢，可将检查周期延长至30天一次，有效减少运维人力、物力投入，避免资源浪费。同时，在设定分级周期时，需充分结合现场实际施工进度计划，避开梁体架设关键节点、跨时段连续作业等重要环节安排检查工作，最大限度降低对施工连续性的影响。

优化后的检查周期并非一成不变，需配套建立动态调整机制，确保能灵活适应工况变化带来的磨损速率波动，保障周期的持续合理性。在日常运维过程中，需持续跟踪钢丝绳磨损数据，建立常态化数据对比分析机制，若连续两次监测发现磨损速率较之前提升超过0.1毫米/月，需第一时间核查工况是否发生变化，比如是否增加了吊装荷载、提升了作业频率，或是作业环境出现了持续潮湿、风沙增多等不利变化，随后根据核查结果相应缩短检查周期，确保监测强度与磨损风险匹配；若连续多次监测发现磨损速率持续降低，且工况无明显变化，可逐步延长检查周期，但为保障安全，延长幅度不得超过原周期的一半，避免因过度延长周期埋下隐患^[4]。此外，需同步建立完善的磨损数据档案管理体系，将不同施工项目、不同型号架桥机、不同作业工况下的钢丝绳磨损数据、对应的检查周期设置及应用效果等信息详细记录归档，形成可复用的经验数据资源库。后续新建架桥机施工项目可直接参考同类工况的历史经验数据，快速设定初始检查周期，再结合项目自身实际工况开展短期实测，对初始周期进行微调优化，大幅提升周期优化的效率和精准度，最终实现检查周期与钢丝绳磨损速率的动态、精准匹配。见图1所示：

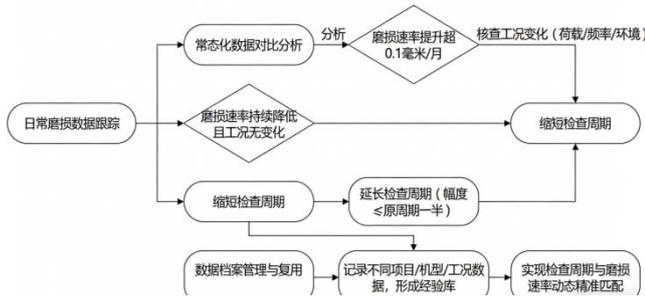


图1 检查周期动态调整逻辑及流程示意图

4 优化后检查周期的实际应用成效

优化后的检查周期已在多类不同工况的架桥机施工项目中落地应用，其实际成效首先集中体现在施工安全保障能力的显著增强。基于钢丝绳实际磨损速率动态调整的检查周期，打破了原有固定周期的僵化限制，能够精准适配高负荷吊装、复杂地形作业、恶劣气候施工等差异化场景下的磨损变化规律。在高磨损速率场景中，缩短后的检查周期可及时捕捉钢丝绳早期磨损痕迹，诸如表面轻微断丝、局部磨损凹陷、股间磨损不均等以往易被忽视的细微隐患，都能在第一时间被发现并处置，从根源上避免了磨损缺陷的累积扩大。这使得吊装作业中因钢丝绳突发断裂、承载失效引发的重物坠落、设备损坏等安全风险大幅降低，让架桥机吊具始终保持稳定运行状态，为桥梁架设施工的连续推进筑牢了坚实可靠的安全防线。

优化后的检查周期有效化解了原有运维工作中安全监测与施工效率难以兼顾的矛盾，实现了运维资源的精准配置与高效利用。针对低强度、低磨损速率的作业场景，延长后的检查周期大幅减少了不必要的停机检修频次，彻底避免了以往固定周期下频繁中断施工流程的问题，切实保障了桥梁架设工程进度的连续性。同时，差异化的周期设置让有限的运维人力、设备资源得以集中投向高负荷、恶劣环境等高风险工况的监测工作，减少了运维人员在低风险场景中的无效劳动，显著提升了整体运维工作效率^[5]。此外，合理

的检查周期减少了因过度拆卸、反复吊运检查对钢丝绳造成的额外机械损伤，有效减缓了磨损进程，延长了钢丝绳的实际使用寿命，大幅降低了设备更换、维修的物料成本和人工成本，显著提升了项目施工的综合经济性。

优化后的检查周期还推动了架桥机吊具运维管理模式的系统化、规范化升级。在落地应用过程中，同步建立起完善的钢丝绳磨损数据档案，详细记录了不同作业荷载、作业频次、环境条件下钢丝绳的磨损速率，以及与之适配的检查周期参数，形成了可直接复用的实操经验库。这一举措让运维管理彻底摆脱了以往依赖个人经验判断或照搬通用标准的被动局面，全面转向以实测数据为核心支撑的精准化、动态化管理模式，使运维工作更具针对性和科学性。项目现场运维人员不再凭主观经验确定检查节点，而是依据实时更新的数据开展标准化作业，大幅降低了人为判断失误的概率。这种规范化管理模式不仅显著提升了单个项目的运维管控水平，其沉淀的实践经验还可在行业内同类架桥机施工项目中推广复用，推动整个架桥机运维领域从粗放式管理向精细化管理转型，最终实现安全保障、施工效率与成本控制的协同优化。

5 结语

本文围绕架桥机吊具钢丝绳磨损速率与日常检查周期合理性展开研究，梳理了当前运维现状及存在的周期与磨损速率不匹配问题，分析了影响钢丝绳磨损速率的核心因素，提出了基于磨损速率分级的检查周期优化方法及动态调整机制，并通过实际应用验证了该方法的成效。研究表明，基于磨损速率的动态检查周期，能够精准匹配不同工况需求，有效提升施工安全保障能力，优化运维资源配置，降低综合成本。此次研究形成的实操方法和数据档案，可为同类架桥机项目的吊具钢丝绳运维提供切实参考，推动运维管理从粗放式向精准化转变，助力提升桥梁架设施工的整体运维水平。

参考文献：

[1] 吴丹,杨墨瞳,廖恒成,等.微动疲劳磨损对钢丝绳损伤行为的影响[J].金属制品,2024,50(06):46-52.
 [2] 张富申,闫良凯.钢丝绳摩擦提升机磨损特性分析与寿命预测[J].中国机械,2024,(35):132-135.
 [3] 宋旦锋,王斌,王晓龙,等.钢丝绳滑动摩擦特性分析与试验[J].机电设备,2024,41(05):81-85.
 [4] 汤梁.钢丝绳摩擦损伤定量识别研究[D].中国矿业大学,2024.
 [5] 徐春明,彭玉兴.钢丝绳内部磨损与断裂机理研究[M].化学工业出版社:202409:180.