

输煤栈桥钢结构腐蚀检测周期对维护成本的影响

蹇继川

新疆重能电力开发有限公司

摘要：输煤栈桥作为煤炭输送系统的核心基础设施，其钢结构长期处于高粉尘、高湿度、含腐蚀性介质的恶劣环境中，腐蚀问题频发，直接影响结构安全与设备稳定运行。本文围绕输煤栈桥钢结构腐蚀检测周期与维护成本的内在关联展开研究，剖析钢结构腐蚀的主要诱因，分析不同检测周期对腐蚀隐患排查、维护方案制定及成本管控的作用机制，梳理检测周期设置的核心原则与优化方向，明确科学设定检测周期对降低全生命周期维护成本、保障结构安全的实际意义，旨在为输煤栈桥钢结构精细化运维管理提供理论参考，实现安全保障与成本管控的双重平衡。

关键词：输煤栈桥；钢结构；腐蚀检测；检测周期；维护成本

引言

输煤栈桥钢结构承担着煤炭连续输送的重要功能，运行环境复杂特殊，粉尘沉积、水汽渗透、硫化物等腐蚀性介质长期侵蚀，极易引发钢结构锈蚀、涂层破损、构件强度下降等问题，若未及时发现处置，会加剧结构损伤，甚至引发安全事故，同时大幅增加后期维修成本。因此，科学设定腐蚀检测周期，是优化维护成本、保障输煤栈桥长效稳定运行的核心举措，对工业基础设施运维管理具有重要实践价值。

一、输煤栈桥钢结构腐蚀与检测周期的核心关联

（一）钢结构腐蚀的主要诱因

输煤栈桥钢结构腐蚀是环境因素与运行条件共同作用的结果，核心诱因涵盖环境、介质与运维三大方面。运行环境方面，露天或半封闭栈桥长期受温湿度变化、雨雪侵蚀、空气盐分等影响，加快金属氧化锈蚀速度；腐蚀介质方面，煤炭运输过程中产生的硫化物、粉尘中的酸性物质，与水汽结合形成腐蚀性电解液，持续侵蚀钢结构表面与构件内部；运维条件方面，表面防护涂层老化脱落、粉尘清理不及时，会进一步加速腐蚀进程，对结构安全威胁显著。

（二）检测周期对腐蚀隐患管控的作用

腐蚀检测周期是把控钢结构健康状态的时间节点，直接决定腐蚀隐患的排查效率与处置时机。合理的检测周期能够及时捕捉初期腐蚀迹象，精准掌握涂层破损、构件锈蚀、截面损耗等隐患的发展程度，为早期干预提供依据，避免隐患持续扩大；检测周期设置不合理，会出现隐患漏检、管控滞后的问题，初期小范围腐蚀逐步发展为构件深度锈蚀、结构承载力下降，甚至引发结构性故障，为维护方案制定提供精准数据支撑，提升运维管控的针对性。

（三）检测周期与维护成本的辩证关系

输煤栈桥钢结构维护成本包含检测成本、日常养护成本、维修整改成本、故障处置成本等多个维度，检测周期与各类成本呈动态关联。检测周期过短，会增加检测人员、设备、技术投入，直接推高检测与日常养护成本，造成资源冗余浪费；检测周期过长，虽能减少前期检测投入，但会因腐蚀隐患未及时处置，导致后期维修、更换构件的成本大幅增加，甚至引发安全事故带来额外经济损失，推高全生命周期维护总成本。二者相互制约、相互影响，科学平衡检测周期与成本投入，是实现高效运维的核心关键。

二、不同检测周期设置对维护成本的具体影响

（一）短周期检测对维护成本的影响

短周期检测能够实现钢结构腐蚀状态的高频次监测，及时发现初期腐蚀隐患，快速开展小型养护与修复工作，有效避免腐蚀损伤扩大，大幅降低后期大规模维修、构件更换的高额成本。但短周期检测会直接增加检测频次与人力、物力投入，导致日常检测成本、预防性养护成本持续上升，同时频繁检测作业会对正常输煤运行造成一定干扰，间接增加运维管理成本，适用于腐蚀环境恶劣、结构老化程度较高的输煤栈桥，若盲目采用短周期检测，易造成成本管控失衡，违背精细化运维理念。

（二）长周期检测对维护成本的影响

长周期检测能够减少检测频次，降低前期直接检测投入与日常养护的资源消耗，短期内在一定程度上压缩运维成本支出。但长周期检测存在明显的隐患管控滞后性，腐蚀隐患长期处于漏检状态，构件腐蚀程度持续加重，从表面涂层破损逐步发展为钢结构主体损伤，后期需要投入大量资金进行构件修复、涂层重涂甚至结构加固，大幅增加被动维修成本与故障处置成本，同时结构带病运行会提升

安全事故风险，带来不可预估的经济损失，长期来看反而大幅提高全生命周期维护总成本。

（三）无规范周期随机检测对维护成本的影响

未制定规范检测周期、采取随机检测模式，会导致钢结构腐蚀管控缺乏系统性与连续性，无法精准掌握腐蚀发展规律，检测工作流于形式。随机检测既无法保证隐患及时发现，也难以合理规划维护资源，容易出现检测重叠浪费或关键节点漏检的情况，维护工作缺乏计划性，成本投入零散且不可控，时而出现资源浪费，时而面临高额维修支出，无法实现维护成本的稳定管控，同时难以保障输煤栈桥结构安全，不符合工业基础设施标准化运维的要求。

三、优化腐蚀检测周期、管控维护成本的实施策略

（一）结合实际工况科学设定基础周期

优化检测周期需立足输煤栈桥实际运行工况，综合考量环境条件、结构使用年限、腐蚀程度、防护涂层状态等因素，制定差异化基础检测周期。针对腐蚀环境恶劣、使用年限较长、腐蚀隐患突出的栈桥，适度缩短基础检测周期，强化隐患早期排查；针对环境相对干燥、防护完好、新建或结构状态良好的栈桥，合理延长检测周期，避免资源浪费。同时结合季节气候变化调整检测频次，在湿度高、腐蚀性介质活跃的时段，适当加密检测，精准把控腐蚀动态，实现周期设置与实际工况的高度适配。

（二）建立动态调整的周期管控机制

构建检测周期动态调整机制，打破固定周期的局限性，依据历次检测结果、腐蚀发展速度、维护处置效果，实时优化检测周期。若检测发现腐蚀速度加快、隐患增多，及时缩短检测周期，加大管控力度；若隐患得到有效控制、腐蚀状态稳定，可适度延长周期，合理压缩检测成本。通过动态调整，兼顾隐患防控与成本管控，避免短周期的资源浪费与长周期的风险隐患，实现检测工作的科学化、精细化，保障维护成本处于合理区间。

（三）统筹全生命周期成本管控

立足输煤栈桥钢结构全生命周期运维视角，统筹检测成本、养护成本、维修成本与故障成本，摒弃短期成本管控思维，以全周期成本最低为目标优化检测周期。通过科学设定检测周期，强化预防性维护，减少后期大额维修与故障处置支

出，平衡前期检测投入与后期维修成本，同时规范检测作业流程，提升检测工作效率，降低检测过程中的资源损耗。结合标准化运维管理，将检测周期与维护计划深度融合，形成检测、评估、维护、复盘的闭环管理，实现结构安全保障与维护成本管控的双重目标。

结束语

输煤栈桥钢结构腐蚀检测周期与维护成本密切相关，科学合理的检测周期是降低全生命周期运维成本、保障结构安全运行的核心抓手。在实际运维管理中，需充分认清腐蚀诱因与周期、成本的辩证关系，规避短周期浪费、长周期失险的问题，结合工况实际设定基础周期，建立动态调整机制，统筹全生命周期成本管控，实现检测工作与维护成本的平衡适配。未来需持续优化腐蚀检测与运维管理体系，细化周期管控标准，推动输煤栈桥运维向精细化、高效化、低成本化方向发展，保障煤炭输送系统稳定安全运行。

参考文献

- [1]姜学鹏, 张永清, 李彦林. 典型输煤栈桥钢壁面防火保护范围研究[J]. 安全与环境学报, 2025, 25 (04): 1319-1329.
- [2]潘睿雅, 王子彦. 钢结构输煤栈桥位移风振系数分析[J]. 武汉大学学报(工学版), 2024, 57 (S1): 195-198.
- [3]蒋巧英. 钢结构输煤栈桥主桁架用钢量的影响因素分析[J]. 江西建材, 2024, (04): 294-296.