

免供应延迟问题。具体而言，基于设备运行特征结合以往故障记录制定配件储备计划，通常关键部件包括控制主板、电机、压缩机等，最大限度满足突发维修需求。其次，伴随设备换代周期加快，更换零部件时优先采用最新研发产品。在此过程中，“替代配件目录”发挥重要作用，它能够根据现有设备型号、性能、用途匹配与之对应适用条件、技术参数的配件，使其协同系统更好地运行。同时这一举措在替代零件短缺、停产方面亦展现出卓越性，克服了依赖性产品带来的供应链断裂风险。

为了更好地识别设备分布与故障预测，项目管理单位可以借助数字化手段优化配件管理工作。举个例子，建立以BIM技术为基础的数字孪生模型，旨在定量分析中央空调系统全生命周期潜在风险。并在此框架下融入物联网技术，使电流、振动、温度等参数形成传感网络，实现多级设备运行状态可视化。接下来，通过时间序列结合大数据技术生成设备健康趋势图，有利于项目单位根据任务紧急程度调整配件管理策略。另外，人工智能技术还有利于优化资源配置与任务分配，使维修项目风险降至最低。这一步骤需要基于AI技术促进运维管理平台形成，实现调度功能自动化，为工单执行的响应效率、协调性奠定基础。具体而言，运维管理平台覆盖“故障诊断—操作方案—经验总结”，为推动中央空调维修质量进程提供重要助力。在配件管理方面，运维管理平台亦展现出卓越性。例如，嵌入RFID技术结合条形码使配件从“入库—出库—回收”全流程可视化。这一步骤实现了仓库与线上流转同步并举，规避了配件不规范使用、过剩或短缺情形。

3.4 管理协调风险控制

第一，以协同性为目标建立跨部门协调机制，涵盖运营、维修、质检、施工、采购、设计等部门。在协调机制中，建立清晰的责任框架是关键一环。旨在明确每个职能部门的权限与职责，确保维修任务有条不紊进行。其次，跨部门协调对技术交底、同步交流提出更高要求，维修项目单位可以定期召开项目协调会议，就故障风险、技术瓶颈、维修进度等进行会晤，旨在从根本上打破信息壁垒，实现问题闭环解决。

第二，跨部门协调还有助于风险预警。首要任务是借

助项目管理平台拟合维修项目的关键节点编制维修方案，这一步骤旨在科学分解任务，为整个维修项目奠定里程碑。具体而言，通过信息网络及时获得资源调度、物料使用、工时等参数，通过动态修正进度偏差实现自动化风险预警。当然，这一过程还需要结合风险等级触发警报机制，通常分为低、中、高级风险，需要维修项目单位根据施工现场安全条件、历史故障数据设置多级告警阈值，为维修人员及时介入、精准控制险情创造条件。

第三，严格执行质量管理标准至关重要。目前，ISO国际标准得到广泛应用，其覆盖性能调试、设备试运行和检查维修验收等阶段。项目管理单位应按照ISO执行质量验收与工艺标准。另外，在质量责任落实方面，应实施岗位责任制，即将流程审核、检验责任落实到具体岗位与个人，实现定向落实管理责任。为了提升验收透明度，维修项目单位还可以与第三方检测机构建立合作关系，采取随机多点位抽检方式检查施工工艺、数据参数，确保维修质量验收公正。

4 结语

综上所述，维修中央空调项目面临诸多挑战，包括技术风险、施工安全风险以及设备配件供应风险。想要攻克这些风险节点，我们提出若干优化策略：首先，建立多维度风险识别机制，以明确风险类别与等级。其次，定期开展技术培训与人员配置优化，有利于组建一个复合型维修团队。另外，通过不断完善供应链管理和跨部门协调体系，进一步推动系统化风险防控体系形成。伴随我国信息化技术更新迭代，中央空调维修单位应聚焦数字化管理、智能化技术应用方向，为营造舒适环境与提升设备稳定运行水平提供保障。

参考文献

- [1] 李浩,苗壮,王昊琪,等.基于多域故障传播的中央空调系统可维修性设计评价[J].机械工程学报,2024(4).
- [2] 邓先辉,钟茜萱,梁勇涛.基于BIM的中央空调安全监测方法及系统,CN119164050A.2024.
- [3] 和晓晓,杨岩,潘海峰.防控条件下的超净光学实验室运行管理探讨[J].实验室科学,2024,27(4):152-156.
- [4] 徐谦.“设计阶段技术风险管理模型的构建和运用——以客滚船空调通风项目为例.”项目管理技术4.12(2022):6.

Research on the Application Method of Stress Testing in the Safety Assessment of Bridge and Gantry Cranes

Yimin Yu

Hangzhou Qianjiang Talent Development Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310042, China

Abstract

Bridge and gantry cranes are mainly used for heavy object transportation or lifting, and have the advantages of small floor area, rich functions, and strong load-bearing capacity in fields such as coal mines, ports, factories, and freight stations. However, after long-term operation, especially when frequently lifting different loads, the stress status and reliability of the metal structures of bridge and gantry cranes vary significantly. Conducting safety assessments on bridge and gantry cranes and strengthening stress testing can help better understand their current operational performance, and take targeted optimization and improvement measures to enhance their operational performance and ensure reliable and stable operation. Based on this, this paper focuses on a detailed analysis of the application methods of stress testing in the safety assessment of bridge and gantry cranes for reference.

Keywords

bridge and gantry cranes; safety assessment; stress testing

应力测试在桥门式起重机安全评估中的应用方法研究

余益民

杭州钱江人才开发有限公司, 中国 · 浙江 杭州 310042

摘要

桥门式起重机的主要应用于重物运输或提升,在煤矿、港口、工厂、货运站等领域中具有占地面积小、功能丰富、承载能力强等优势。但是,桥门式起重机在经过较长时间运行后,尤其是经常吊运不同的荷载时,其金属结构的应力状况及可靠性存在明显差异。对桥门式起重机进行安全评估,并加强应力测试,可以更好地了解其运行性能现状,并采取针对性的优化改进措施,提高其运行性能,保证其运行可靠稳定。基于此,本文重点针对应力测试在桥门式起重机安全评估中的应用方法进行了详细的分析,以供参考。

关键词

桥门式起重机;安全评估;应力测试

1 引言

桥门式起重机采用的是金属结构设计,在复杂恶劣的运行环境下,起重机的部分受力结构件易出现疲劳损伤,降低其承载能力。而对桥门式起重机进行应力测试,不仅可以为起重机的安全评估工作开展提供支持,还可以以此进一步消除起重机的运行隐患,保障起重机的运行安全。但是,如何对桥门式起重机进行应力测试,还需要进行更为深入的探究。

2 桥门式起重机的安全评估与应力测试概述

2.1 安全评估

针对桥门式起重机的安全评估,主要是对起重机主要

受力结构件性能质量的全面检查,具体如表 1 所示。在准确把握桥门式起重机各项检测结果、计算数据的基础上,对桥门式起重机的主梁、端梁、立柱等结构的使用安全性进行评估,并作出是否整改修复或报废处理的决策^[1]。

2.2 应力测试

测试结构应变是有效获取桥门式起重机结构应力数值的有效方式。应变测量手段是否合理,直接关系到检测人员是否能够在时域中,对关键构件的应力最大值、最小值和平均值进行有效提取。在起重机结构应变测量的过程中,需要利用应变片和相应的测量系统,对应变变化规律及相关应力值进行测试。图 1 为应变片的结构示意图。在这一过程中,需要对结构构件进行动态加载或静态加载,以保证结构应变测量的准确性与有效性^[2]。在安装桥门式起重机设备时,只有对设备中的主要受力构件试吊过程中的应力或应变进行测试,并将测试结果与理论值进行对比分析,才能够确定桥门式起重机主要受力构件的安全性能。

【作者简介】余益民(1993-),男,中国浙江龙游人,本科,工程师,从事特种设备、起重机械研究。

表 1 桥门式起重机安全评估检测项目表

检测项目	检测内容	检测方法
结构细节检查	桥架结构细节部位（裂纹、变形、锈蚀、腐蚀等）	目视
无损探伤检测	主要受力结构件连接焊缝缺陷	超声波探伤 / X 射线探伤 / 磁粉表面探伤
结构变形检测	主梁上拱度、旁弯度、下挠度	测量
强度计算	静强度与疲劳强度	基于负荷情况与结构的计算

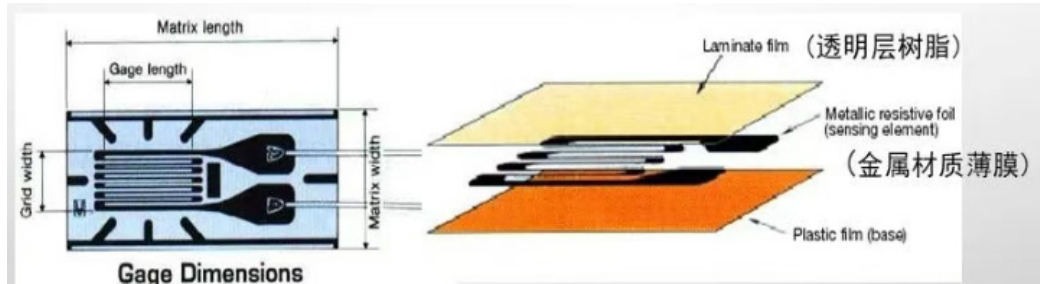


图 1：应变片的结构示意图

2.3 应力测试在桥门式起重机安全评估中的重要性

在我国工业生产过程中，桥门式起重机是一类非常重要的机械设备。桥门式起重机的运行性能，直接关系着工业生产效率与一线工人的劳动强度。但是，与其他类型的起重机相比，桥门式起重机的体积更大、结构更加复杂。只有对桥门式起重机的运行性能与应力变化进行定期的测试，并加强安全评估，才能够显著提高桥门式起重机使用过程中的安全性与稳定性，为我国工业生产效率与质量的提高提供保障。

3 应力测试在桥门式起重机安全评估中的应用方法

3.1 起重机金属构件的应力检测

针对桥门式起重机金属结构的应力测试，主要有两种方法，一种是现场检测法，另一种是网络检测法。这两种检测法的应用，都需要制定科学合理的实验计划，构建出专门的应力测试体系，借助先进的测量设备来获取起重机金属结构件的应力值，并以此为基础对这些金属构件的使用安全性进行评估和判断。现场检测法主要是在现场对起重机金属构件进行应力测试，获取金属构件在不同工况条件下的应力数据，常用方法有电测法、光纤光栅法、全息干涉法、云纹法等，更适用于精度要求较高、针对性强的应力测试。网络检测法主要是在起重机上布置多个无线传感器，实时采集起重机运行中的应力数据，并通过无线网传输至数据中心进行分析处理，更适用于大型起重机的长期健康监测。

需要注意的是，无论哪一种检测方式，都不是完美无缺的。只有对这两种检测方式进行协调应用，优势互补，才能够从整体上提高桥门式起重机金属构件应力测试的准确性与有效性。例如，部分起重设备的现场测试中，只能根据前期约定好的条件，对金属构件的运行状态进行测试，而不能同步测试设备的载荷情况，所以无法检测出所有的设备安全隐患^[3]。而网络测试法的应用，因其是一个长期监测的过

程，如果测试项目比较多，那么必然需要在前期阶段采集大量的信息，而设备运行状况通常比较复杂，会产生很多不适用或无效的数据，对这些信息的分析难度也比较高，对于测试效果的影响也比较大。为了保证网络测试结果的准确性，需要先对设备的金属构件进行全方位的现场测试，并对测试结果进行记录，然后再进行后续的网络测试。

3.2 电阻式应力测试

在桥门式起重机应力测试过程中，电阻式应力测试法的应用非常广泛。这是一种对应变片电阻变化进行测量，再通过计算得出应力，然后以此对起重机使用安全性进行评估的方法。与其他方法相比，这种测试方法的应用优势是便捷性强、对被测试构件应力的影响轻微，可以保证应力测试结果的准确性与有效性。但是，这种测试方法的应用劣势也比较明显，即测量方式过于单一，不能保证输出信号的稳定性^[4]。并且，在测试过程中，如果应变片出现浸水、锈蚀等问题，也会对应力测试结果的准确性产生较大影响。电阻应变片由四部分构成：第一基底、第二覆盖层、第三引线、第四敏感栅。当电阻应变片受到外力之后，电子应变片会发生形变。在粘结剂与基底的传递下，电阻应变片的形变也会对敏感栅产生影响，改变电阻应变片中的电阻。通过电阻应变仪，可以将应变片中的阻值变化测量出来并以正比于应变值的电信号输出，再通过计算即可得出桥门式起重机金属构件的应力值。图 2 为 TDS-540 全能型静态数据采集仪。



图 2 TDS-540 全能型静态数据采集仪