

桥式起重机金属结构应力测试及分析

罗克松 齐到满 林卫国 滕启斯

北京科正平工程技术检测研究院有限公司 北京 100007

摘要：起重机是一种完全不受地面运动干扰的机械化移动装置，以起重机金属框架作为起重机的主体机械骨架，起着支承和传递起重机所承受压力和自重的功能，是起重机的主体结构。但长期以来，起重机的金属框架设计多采用以我国传统力学理论和数理技术为基础的0.5原理、半实验的研制方法，设计步骤重复多，周期长，且准确性较差。由于计算机科学与现代工程思想的进一步发展，产生了多种跨学科的现代工程技术。把这些方法和起重机工程设计紧密联系，使起重机金属结构工程进入到了一个崭新的高质量、高效率阶段。

关键词：起重机械；结构应力；应力测试

引言：起重机械作为一类存在风险的装置，在我国列入了特殊设备的范畴，需要依照法定程序进行检查试验。当前，国家主要采取的是由持有检验特种设备证书的专职检测技术人员按照标准要求对桥式起重机实施检测。在实际的检测工作中，常使用的方法是逆向技术，通过总结桥式起重机损伤失效的主要类型，并阐述桥式起重机损伤失效的主要成因，进而探讨出桥式起重机损伤后维修的有效对策，以便于对桥式起重机实施合理的检测检验，使桥式起重机的检测品质得以很好的提高。

1 桥式起重机金属结构抗力理论

桥式起重机的金框抗力理论研究，是讨论起重机的金框疲劳问题的一个重要方面。起重机金框对抗过程的随机变化及其概率特性，可通过随机的方式来进行阶段性的描述研究，在矩阶数递增的前提下，对金框抵御的

随机概率描述研究将变得比较完善。而改变桥式起重机金属结构抵抗能力的最主要作用原因则是金属结构的负载功能、以及金属结构内部的工作环境。而金属结构抵抗能力的功能也会随着结构设备运行时间的延长而逐渐增加，在这些变化的影响中同时也体现了工程物理、流体力学、化工方面的知识。其中，由于操作压力变化而引起的机械损伤是影响桥式起重机金属结构抵抗能力过程的最主要因素。影响桥式起重机金属结构抵抗能力过程的方法包含使用确定性函数和不确定函数来描述起重机中随时间而改变的参数变换，把非均匀随机过程简化为一个均匀随机的过程^[1]。还有一个模式，是假设在不同时间节点上的相互独立、独立增量随机过程模型，以设计桥式起重机在未来使用阶段时的金属结构抗力。

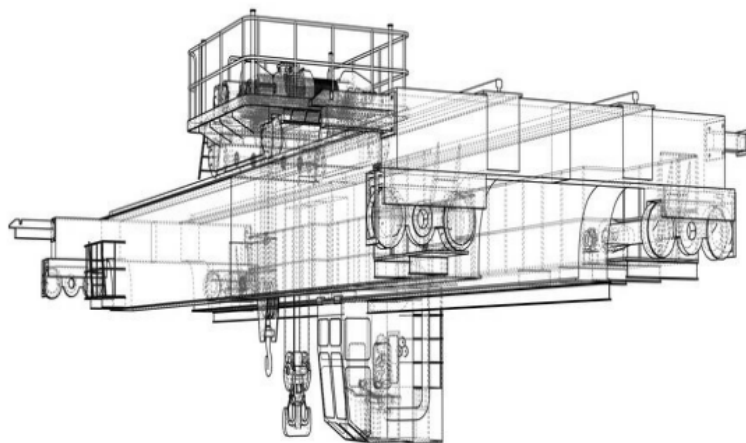


图1 桥式起重机示意图

2 起重机械的结构应力测试的重要性

随着中国经济的日益发达与提高，热应力检测技术已经是一项相当成熟的检测技术手段，将这项技术运用

于起重机械安装当中，将可以透过分析精确评估出起重机械钢构的强度与实际状况，将这种方法运用于起重机械使用当中，将能够通过计算精确评估出起重机械钢

材结构的实际情况,从而做出对其安全性评估,并给广大起重机械用户所提供的安全性保障。在对起重机械的进行使用过程中,可能会因为机械构件弯曲、损伤等因素,而造成起重机械结构刚性、强度受破坏,并埋下重要的安全隐患。为了提高机械金属框架机械性能,保证结构刚性、抗拉强度及其与有关规范匹配程度,必须通过一定手段进行校核处理,而内部应力检测技术便是其中的一个。这个技术在起重机械装配和使用校核中均具有非常优秀的表征,亟待对它进行研究^[2]。

金属结构是重搬运设备的主体支承构件,支撑着各工作机构本身以及外界载荷。由于重大机械负载的运动空间高、移动范围大、负载量重的特点使其安全可靠尤为重要,所以对结构强度也有更多要求。应力应变测试,是分析大型机械设备机构质量问题的最主要方式。通过采取相应方法,对港口内主要机械设备的内部金属构件应力状况实施有效监测和诊断检测,以保证机械工作安全,提高装卸作业质量,对于改善机械设备工作品质,对提高机械效率,具有十分重要的意义。起重机械的内部应力大为特征,因此根据起重机械的特定运行环境,提供了基于无线数据的实时监控系统的设计方案。运用已有的网络资源,可以充分发挥网络覆盖面高、信息传播特性好等优点,为数据收集工作创造了一个方便快捷的无线网络数据传输方式,从而可以随时随地了解起重机械承载结果工作时的技术状况,基本完成了对起重机械金属结构的长期网络监控,方便快捷,具有很大的实用性^[3]。

3 起重机械的结构应力测试原理

当对结构的应力数据进行获取时,通常会采用对结构应力值进行测量的方法获取相关结果。有效的应力计算方法,可以在时域内快速实现建筑物应力最大、平均值和最小值的数据获取工作。在实际进行的应力检测过程中,通常需要使用应力片,并采用对结构进行动加载以及静加载的方法,同时利用检测技术进行对应力变化的中、小值的测量。在进行起重机械施工过程中,必须采用结构应力检测方法对各受力构件试吊时的应力和应变状态加以确定,同时采用与理论测量值进行对比的方法,判断起重机械主体受力结构稳定性能否合格。一旦在进行施工中,产生突发性事故,必须迅速进行反应,确保机械主体结构稳固和安全,为后期施工进行提供有效起重机械保障^[4]。

4 桥式起重机械金属结构风险因素

起重机械在整个运用过程中,受到金属锈蚀、疲劳损伤或机械磨损等各种因素影响,而且随着服役年龄的增

加,会产生结构性质量问题,对安全生产和制造效益的提升危害很大。影响起重机械结构风险的原因,大致有这样一些方面:

4.1 腐蚀影响因素

起重机械大多是由金属构件所组成的,但因为起重机械长时间在露天环境下工作,和周围环境的金属介质碰撞时,由于产生化学或者电化学影响而造成的机械损伤,产生了锈蚀现象。锈蚀现象对起重机械的外观、色彩及机械性能方面均会产生负面影响,使得设备的安全性大大地降低。

4.2 裂纹影响因素

由于作用持续时间的不断增长,起重机械的结构可能在荷载作用下发生规律性脆断。这在所有起重机械应用过程中都是必须经历的现象。由于裂纹的出现,将降低起重机械的寿命和使用中的安全性,从而降低起重机械的安全性。

4.3 强度影响因素

对任何的建筑物来说,其应力都不要再无线增大,不然结构将会损坏。起重机械一般都有标称荷载,其实起重机械的最重要技术参数之一。但是在实际工程应用中,就应该确定在起重机械上施加的应力小于其鬼是哪一个的最大负载强度,不然就会产生建筑构件的破裂现象,从而使得起重机械的使用寿命大大地降低^[5]。

4.4 变形影响因素

桥式起重机械运行中,泵管作为设备主体的承载部分,为保证安全,其必须具备适当的强度、刚度和安全性;还必须符合有关工艺要求和对于几何造型的规定。尽量降低对起重车辆"爬坡"与"下滑"的不良影响。当桥式起重机械主桥发生严重下挠时,将会导致主桥的水平旁弯和腹层的波浪变化。而当下挠到一定程度时,起重机械也将出现许多不正常的迹象,包括在盖板和腹层上发生裂缝,甚至有可能造成更严重的设备和人身事故。

5 起重机械的结构应力测试技术

5.1 应变片粘贴技术

基本原理是当应力片贴到结构表面时,一旦结构受力产生反应后,应力片电阻就会相应变化,此时只需根据电阻变化值加以计算,就能够利用公式计算明确结构应力程度。而粘贴原则是指由于应力片布片质量会对应力测量产生直接影响,故此测试者们便应确定相应的布片原则,为现代应力检测技术应用奠定了良好基础。具体原则包括:首先,应变片应设置在应力集中区和均匀应力等地方;第二,宜设置在机械应用流程中的最不利工况或最大应力处;第三,安装在经常超载或存在塑性变形等的地方;第四,为提高问题探析及起重机械安装中的应

力试验技术布置科学性,以减少应变片粘贴量^[1]。

5.2 电阻应力测试法

施工单位在对起重机械执行电阻型应力测试任务时,为简化作业程序、保证测试工作符合施工现场各项要求标准,应将应变片粘贴连接工艺优化,删减多余焊接步骤。并与与时俱进的改良遥感技术,增强其干扰抵御能力,使其逐渐替换传统式有线测试技术,提高检测工作灵活、精简、便捷性。在我国深度普及此技术将会高效达成起重机械的在线式检测工作有力落实,这也会对大型施工作业设备的动态安全监测工作提供创新新思路。而在信息化模拟科技与实践应用测试互相深度渗透的社会大环境中,由于实际应力测试活动往往开展于起重装置科学安装的后续环节中,且对机械架构本身重力衍生出的应力精确监测难度系数较高。对此,施工单位在传统形式下会采用计算检测结果数据与起重机械金属部件安装负荷具备应力差值的复杂方式获得正确应力指数。然而在现代仿真技术多维度应用时代背景中,施工单位可利用该技术模拟起重机械在增设负荷前后的应力差值实行对比,保障测试数据精度,促进起重机械测试工艺向智能、自动方向长远发展^[2]。

5.3 无线应变测试系统

当确定了测点方位以后,桥式起重机无线应变的检测设备,一般分为:应变片、无线应变桥路传感器节点、互联网关系和上位机软件等。其中无线应变桥的传感器节点结构紧凑,尺寸较小,主要由电源模块、采集与数据处理模块、无线信息收发模块等构成,主要功能是把收集到的信息经无线传送至计算机。无线信息关系的功能主要是将收集到的无线网络信息经由电脑连接传送至电脑进行储存,分析数据处理。此次试验搭建的无线网络应变测量系统,极大地节省了在试验中因为重复布置有线数据收集装置而所耗费的大量人力和物资,无线数字信息传输方式也抵消了因长线缆传送所产生的噪音影响,整个测量系统具备了高度的检测准确度和抗干扰能力。

5.4 金属记忆测验及振动测试

金属记忆形式的检测简单来讲就是对起重机械自身金属部件测试其应力当下集中实况的弱碱原理检测措施。对比其他检测办法,此检测手段无需施工单位在准备环节中对工件开展磁化转变工作。并且基于磁场作用,磁记忆信号可在磁场常规效应下反映出应力大量集中部位,该方法可节省测试成本,但需施工单位注重退

磁操作工作。避免应力聚集点长期拥有记忆信号,即使是较微弱状态同样可被施工现场磁场信号全面覆盖。所以施工单位在选用该检测模式时应将退磁作业摆放至检测任务重点位置^[3]。

日常生活中常出现的振动现象引申到起重机械运作中的就是消振能力,通常由主梁结构受外部因素影响使其形成自振情况继而通过衡量代表性振动频率与振动类别,可得到精确性起重机械刚度剖析的基础参数。此外,在起重机械开始载荷运输离地与下降放置物资时往往会发生频率低且振幅大的衰减性振动现象,会在无形间对机械操作人员带来心理波动与工作干扰。鉴于此,围绕振动展开测试任务时,施工单位可在起重机械主梁结构部位上盖板位置选取一点设定为机械垂直方向布控测试点。焊接应变片于布控点,在其稳定后开展速降测试,获得示波器显示的详细时间、振动曲线规律与测量频率数值,这也是起重机械具备的抗变形能力。

结束语

由于应力测试技术对起重机安装所具有的关键性意义,各建筑施工企业都应当加大对起重机安装应用检测技术的研发力度。要在对检测工艺原则及其具体工艺要求加以确定的基础上,根据具体测试条件和实际使用情况,把金属记忆测试、振动测量和应变片试验等方法,合理应用于对起重机的测量当中,以便正确掌握各种数据,了解起重机械构件刚性、强度的状态,从而进行合理布控,提高系统的安全和可靠性,从而为起重机械应用提供了更为优良的平台和条件。

参考文献

- [1]胡亚男,张旭,史一生,王洪柱,陈显锋,丁克勤.桥式起重机金属结构应力测试及分析[J].机械研究与应用,2019,32(03):1-4+7.
- [2]李伟杰.探析起重机械安装中的应力测试技术[J].中国设备工程,2019(14):65-66.
- [3]刘杰,关迪,肖滨,等.某电子设备铆钉冲击断裂原因分析与改进[J].电子机械工程,2018,33(4):26-30.
- [4]洪正,王松雷.门式起重机金属结构应力测试及分析[J].机械研究与应用,2018,(6):81-83.
- [5]王松雷.应力测试技术在起重机安全评估中的应用[J].中国特种设备安全,2011,27(11):22-25.