

# 起重机械安全监控管理系统的检验难点

郭 启

(深圳市质量安全检验检测研究院, 广东 深圳 518000)

**摘 要** 本文通过对近几年不同类型起重机械及不同厂家生产的安全监控管理系统的现场检验经验进行总结, 分别从安全监控管理系统的构成、系统概述及其作用分析、信息采集源、监控参数、监控状态等在检验过程中遇到的检验难点进行了系统的分析, 旨在对检验人员的日常检验操作具有指导意义, 对起重机械安全监控系统的完善设计和安全使用亦有借鉴意义。

**关键词** 安全监控系统; 信息采集源; 监控参数; 监控状态

**中图分类号**: TH21

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)08-0019-03

## 1 研究背景

起重机械安全监控系统作用在于全程显示功能、报警控制、系统自检、一键止停和信息记录起重作业的关键参数和安全状态, 其核心目标是确保起重机械能够安全运行。

质检部门已正式发布两则重要文件, 分别为《质检办特联(2011)1394号》关于启动大型起重机械安装安全监控管理系统前期示范试点项目的通告, 以及《质检特函(2011)116号》关于在示范试点工作中加强试验验证的指引。此外, 最新实施的TSG51—2023《起重机械安全技术规程》标准, 明确界定了哪些设备必须配备安全监控系统, 并对相关检验条目和要求进行了具体规定。该规程不仅强调了安全监控管理系统安装工作的重要性, 更提出了必须严格按照既定规则和标准执行的要求, 凸显了其在保障起重机械安全方面的极端重要性。(如表1)

下面分别从安全监控管理系统的构成、系统概述及其作用分析、信息采集源、监控情况、相关的参数等进行过程难点的分析。

## 2 起重机械安全监控管理系统概述及其作用分析

起重机械安全监控与管理系统实质上是电气控制系统的扩展与深化, 它将输入、处理、输出及储存等核心要素整合成一体, 全面跟踪并精准调控吊装设备的作业流程, 同时肩负着关键信息的记录与管理任务。这一系统并非孤立存在, 而是与起重机械设备紧密结合, 形成不可分割的整体控制系统。在实际应用中, 它能够对起重机的起重、力矩、振幅、速度、高度、倾斜度、风速等关键参数进行实时监控, 有效预防和应对各种潜在故障和风险, 确保起重机的安全稳定运行<sup>[1]</sup>。

表1 安装安全监控管理系统的大型起重机械目录

| 序号 | 类别     | 品种      | 参数                  |
|----|--------|---------|---------------------|
| 1  | 桥式起重机  | 通用桥式起重机 | 200 t 以上<br>(注 a-1) |
| 2  |        | 冶金桥式起重机 | 大于 10 t             |
| 3  | 门式起重机  | 通用门式起重机 | 100 t 以上            |
| 4  |        | 造船门式起重机 | 参数不限                |
| 5  |        | 架桥机     | 参数不限                |
| 6  | 塔式起重机  | 普通塔式起重机 | 315 t·m 以上          |
| 7  |        | 电站塔式起重机 | 315 t·m 以上          |
| 8  | 流动式起重机 | 轮胎起重机   | 100 t 以上            |
| 9  |        | 履带起重机   | 200 t 以上            |
| 10 | 门座式起重机 | 门座起重机   | 60 t 以上             |
| 11 | 缆索式起重机 | —       | 参数不限                |
| 12 | 桅杆式起重机 | —       | 100 t 以上            |

## 3 起重机械安全监控管理系统的构成

起重机械的安全监控管理系统是通过精心设计的硬件与软件完美融合而构建的。其功能的全面实现离不开一系列的核心组件, 它们各自扮演着不可或缺的角色。比如信息采集单元, 它承担着收集各项关键数据的任务, 确保数据的准确性和完整性。信息处理单元, 它负责对采集到的数据进行深度处理和分析, 提取有价值的信息<sup>[2]</sup>。本系统并非独立产品, 而是包括在起重机械电气控制系统之中。

## 4 安全监控管理系统信息采集源检验难点

现场检验时根据起重机械类别, 对应信息采集源, 核查起重机械的信息采集源与监控系统显示屏上显示

是否一致。根据 GB 5226.2—2002 标准对起重机械技术条件的明确规范,对于安全停止功能,优先推荐使用硬件线路来实施。当考虑到引入 PLC 技术时,应防止 PLC 程序故障导致安全保护功能失效。因此,在起重机械中,对于诸如起重量和起升高度限制器等关键安全保护装置,最佳实践是直接与安全回路相连,确保其功能稳定可靠。在起重机设计制造过程中,众多制造商倾向于采用双线路冗余设计策略。这种策略的核心在于,将安全保护装置的動作开关同时接入 PLC 系统与安全回路<sup>[3]</sup>。

## 5 起重机械安全监控管理监控参数检验难点

### 5.1 起重重量

在实际操作中,我们完成了载荷的提升工作,并对显示设备上的各项信息进行了详尽的核查。首先,我们核实了当前起重量的显示是否正确无误,这是我们的首要任务。随后,我们又仔细检查了计量单位的设定,确保其已正确设置为“吨”(t)单位。尽管起重机械的安全监控系统所配备的显示器在显示数值时,确实保留了两位小数,充分保证了数据的精确性,但令人遗憾的是,起重器的限制器在显示数据时却未能达到同样的标准,仅显示了一位小数。

### 5.2 起升高度(下降深度)和运行行程

起重机械安全监控系统通过实时监控升降与移动的距离,清晰展示所吊物体的运动轨迹实现有效监控。在这其中,旋转编码器扮演着举足轻重的角色。在实际操作中,起重机械的车轮有时会出现滑移现象,导致监控设备与实际测量的距离之间存在差异。经过对起重机械监控系统的仔细检验,发现其在追踪起升高度与大小车行程时,并未将卷筒和车轮部位的编码器功能发挥到极致,这在某种程度上削弱了监控的精确度。为了进一步优化和提升监控系统的性能,确保起重机械的运行状态能够得到更为精准和实时的监控,我们提出在关键部位安装同步轮的方案。通过同步轮的安装,我们可以更加直接、全面地捕捉到起升高度和大小车行程的实时数据,从而极大地提高监控的精确度和实时性<sup>[4]</sup>。

### 5.3 水平度

在吊装作业中,为确保主导梁和底盘的水平状态得到精准把控,安装单位必须为起重机械增设实时监控设备。这一做法的核心目的是保证吊装过程中,可以在水平面上均匀分布支撑力,进而实现作业的安全稳定进行。虽然已经有水平仪安装在履带起重机上,不需要另外安装,但针对一些公路的架桥机,情况则有所不同。由于这些架桥机占地面积较大,且需经常移动安装,导致检测其设备水平度的难度显著提高。

因此,在这些特定情境下,对水平度检测仪器的加装需求就显得更为迫切和重要<sup>[5]</sup>。

### 5.4 操作指令

针对空载环节,要考虑现场的具体状况,严格操作检验起重机械的動作,验证显示器是否将各种動作显示出来。试验后进行有效记录,并可以保存和回放。起重机司机操纵起重机联动台、主令控制器、凸轮控制器、遥控器、操作手柄、按钮盒等开关发出命令,检验监控系统应能监测到该命令并执行对应记录。完善起重机安全监控系统,确保能全面、精确地反映各类起重机型的不同操作指令,并针对操作方式和特点进行跟踪,显得尤为关键和重要。

### 5.5 支腿垂直度

此项适用架桥机,现场检查系统可以显示和记录支腿垂直度的数据并,在支腿下的横梁上架设仪器,测量支腿的垂直度并记录,再将数字式角度仪等仪器放置于支腿的垂直面上,根据支腿不同的形式,选取相应位置测量纵向的垂直度并记录。对比实测数据与系统实时显示的支腿垂直度数据两者是否一致。对于架桥机而言,任何一支腿倾斜都可能对架桥机的整体安全构成重大安全隐患,现场检验应确保支腿垂直度检测工作的准确性。

## 6 起重机械安全监控管理系统监控状态检验难点

### 6.1 起升机构制动器状态

在没有负载的情况下操作起升机构时,对于配备两个或更多起升机构的起重机械,必须逐一仔细核查每个机构的制动状态。同时,系统显示屏的实时反馈功能也需细致检验,确保其能够准确显示制动状态的信号。起升机构的制动器作为保障起吊作业安全的关键部件,其操作状态必须受到安全监控系统的严密监控。这一监控过程不仅要求精准,还需确保实时性,以便制动状态信号能够迅速且无误地呈现在显示界面上。在检验过程中,制动器動作监控信号的准确性同样不容忽视。这些信号必须真实反映抱闸的开闭状态,而非仅仅依赖于制动线圈的通电情况。因此,对于多数采用液压推杆设计的制动器,应增设行程开关或接近开关,用以检测制动臂的動作及其到位情况。每个起升制动器都应配备独立的检测开关,并在显示屏上单独显示各制动器的動作状态。

### 6.2 抗风防滑

在露天作业的起重机,特别是门座式和门式起重机中,抗风防滑装置发挥着不可或缺的作用,它们能够有效抵御强风对起重机稳定性的威胁,防止其倾倒或偏移。抗风防滑系统主要依赖夹轨器和夹轮器等核

心部件的协同工作来实现其功能。为了确保司机能够准确掌握抗风防滑装置的工作状态。抗风防滑装置主要由锚定装置、夹轨器和夹轮器等关键组件组成,这些组件协同工作,形成强大的抗风防滑力量,能够防止因风力作用导致的移位或倾覆。所以,安装机械锁止元件动作的抗风防滑状态检测开关至关重要。抗风防滑装置在工作状态和非工作状态均应有效。

### 6.3 门限位联锁保护

在现场进行门限位开关闭合试验时,应验证监控系统所展示的门联锁状态是否与实际状况相吻合。但在检验过程中发现,从登记平台到起重机本体,再到驾驶室及桥梁两侧端梁的栏杆部位,都设有门,然而部分车门并未按规范安装联锁保护开关。目前,现场已安装的门联锁保护开关采用串联方式,此设计使得监控系统仅能显示其中一扇门的状态,而无法实时地反映所有车门的开合情况。若使用串联方式设置门联锁保护,监控系统不能显示具体是哪扇门未关闭,增加了安全风险。因此,每扇门应提供独立的监控信号,在监控屏上实时显示每一扇门的开启与闭合状态。

### 6.4 同一或者不同一轨道运行机构安全信号

在起重机械处于空载状态时,安装信号反射装置,以检测在多条轨道上运行时可能发生的碰撞风险。必须保证在驾驶室的可见范围内及起重机周边地区,声、光报警信号能够清晰传达,并验证起重机在接收到这些信号后能否立即停止动作。所有这些步骤均需紧密依据行业内既定准则来执行。无论是相同轨道上的起重机,还是不同轨道间的起重机,它们之间都应保持至少 2 米的安全距离,若间距低于这一标准,整个系统就不能迅速且准确地作出反应。

### 6.5 供电电缆卷筒

经过实地检测,注意到起重机械的监控系统当前主要侧重于监测供电电缆卷筒过紧的情况,却忽视了过松状态可能带来的潜在风险。无论是电缆卷筒过紧还是过松,都是可能引发安全问题的隐患,不容忽视。同时,如果开关的安装位置设计不够合理,那么在电缆卷筒出现过紧或过松的情况时,保护开关可能无法及时、准确地作出反应,从而无法有效地发挥其保护作用。现场检验,通过手动控制,模拟供电电缆卷筒状态保护开关的断开与闭合过程,并仔细观察了系统是否能够准确识别电缆卷筒的实时状态。

## 7 起重机械安全监控系统电气系统的检验难点

### 7.1 扫描周期

现场检验在审核时间系统程序的过程中,其中一个重要的环节就是验证其扫描周期是否保持在 100 ms

以内。审查设计文件,查看系统实际程序的扫描周期是否不大于 100 ms。为了确保系统运行的稳定与高效,必须严格把控程序扫描周期,确保其在 100 ms 之内。若系统核心控制单元采用 PLC 可编程序控制器,由于这类 PLC 通常配备高性能的 700 MHz CPU,其采样速度能在极短时间内处理大量数据,因此完全能够确保扫描周期满足不超过 100 ms 的标准要求。

### 7.2 报警装置

在没有负载的情况下,计划通过一系列实地测试来评估起重机械所装备的各类报警装置的性能。具体方法包括按下紧急停止按钮或触发预设的报警信号,观察这些装置是否能够迅速响应。在检验过程中发现,每当监控系统检测到异常情况并触发报警机制时,只是司机室的显示屏上会显示声光警示信号。这种设计使得仅有驾驶室的司机能够直接感知到警报信息,这对于迅速通知那些身处潜在危险区域的工作人员构成了很大的危险。为了弥补设计上的不足,提出了一项创新性的改进方案应增设现场即时报警装置。该装置的优势在于,当起重机发生报警事件时,它不仅能够在司机室发出声光警报,同时还会向处于危险作业区域的工作人员发出明显的警示信号。

综上所述,因为设备特性与机构设置不同,起重机的安全监控系统因为差异而多样化。尽管 GB/T 28264—2017 标准已明确规定了不同类型起重机安全监控系统的基本配置要求,但在实际操作层面,仍发现缺乏一套详尽、统一且细致的规定来指导具体配置工作。实际上,系统的配置在很大程度上依赖于每个检验员对标准的理解和把握。鉴于此,为了确保起重机安全监控系统的规范、可靠和合理配置,我们必须紧抓检验的关键环节,深入研究和探讨各项功能的设计初衷和实际需求。

### 参考文献:

- [1] 陆震云,张卫斌,张勇,等.大型起重机数字化检测技术开发与研究[J].机械管理开发,2024,39(01):93-95.
- [2] 韩志云.起重机保护接地检验检测探讨[J].中国设备工程,2024(01):145-147.
- [3] 朱浩.桥门式起重机接地保护安全检验技术研究[J].设备管理与维修,2023(24):24-26.
- [4] 林英国.桥式起重机检验检测技术及安全评估[J].中国质量监督,2023(10):76-77.
- [5] 刘泽龙.起重机械检验中危险因素的识别与控制措施分析[J].中国设备工程,2023(19):141-143.