

起重机械的能效测试与节能措施

刘恩瑞 刘殊 宋大波
(成都市特种设备检验检测研究院 四川 成都 610000)

摘要：近年来，我国已发展成为全球第一基建大国，基建综合能力处于世界先进水平。起重机械是建筑施工过程中不可或缺的重要设备，起重机械的总体性能直接关系到其功能和作用的发挥。考虑到起重机械的功耗，对于其能效问题及节能措施，国家和行业都有非常严格的标准和要求。本文针对起重机械的能效测试与节能措施进行深入探讨，基于起重机械能效测试系统的建立和运用，详细说明了其计算方法，进而提出了节能措施，能够为起重机械的有效使用奠定技术基础。

关键词：起重机械；能效测试；节能措施

0 引言

随着我国经济快速发展，基础工程设施领域持续加大建设力度，各种起重机械得到广泛应用，而相关能耗问题也成为国家质量监督和产业管理部门关注的重点。我国使用的起重机械结构尺寸普遍较大，在实际制造和安装过程中会造成大量动力能源的投入，能源浪费问题不可小觑，严格控制起重机械能耗问题，已经成为当前建筑产业和机械制造产业的重要课题。本文通过有效测试手段对起重机械的能效进行准确检测，并基于检测结果对起重机械的节能设计进行优化和完善，以使起重机械达到更高的使用效益。

1 起重机械能效测试系统的设计

对于起重机械的能效测试，通常情况下需要测试很多参数，具体包括电压、电流、功率、效率等，需要用到的仪器有电压表、电流表、瓦特表等。这些电工仪器和仪表主要用于测试电量参数，在实际测试中经常选择简便易用的工控机板卡。但这种常规的测试方法准确率不高，难以满足高性能综合测试平台的功能需要，要实现试验台自动测试的任务要求，必须对其进行重新设计。

目前，信息技术的应用已经达到了较高的水平，将计算机应用技术与总线技术相结合，对起重机械能效测试系统进行优化设计，可以实现更高水平的自动化高精度检测。在该系统中，引入虚拟仪器设计技术，形成高精度智能化电子测量仪器与计算机数据分析相结合的系统核心功能，

并通过友好的人机交互界面帮助测试人员快速高效地完成能效测试任务。起重机械能效测试系统原理框图如图 1 所示。

从图 1 所示系统结构可知，起重机械能效测试系统框架主要选用总线测量技术，这主要是考虑到该技术的实用性且易于建构，它不但能够充分保证整个测试系统的作业精度，同时还可以保证电磁兼容性。在通信接口的设计上，采用 USB 和串口结合的方式，共同构架起混合总线测试体系。本系统中采用的各种通信接口都具有一定的兼容性、开放性和性价比，能够为系统的功能

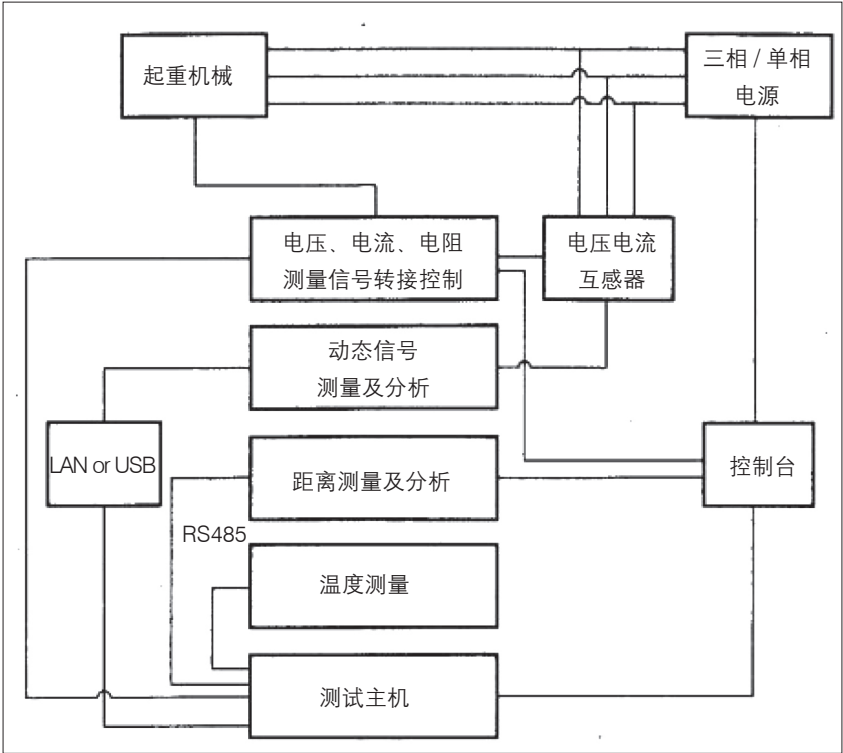


图 1 起重机械能效测试系统原理框图

扩展提供基础条件,同时在抗电磁干扰能力方面也有较好的表现。

整个测试系统的设备布局主要包括室外及室内两部分,不同部分分别完成各自的设计功能。系统的室外设备主要有动力柜、调压器、变频电源等,室内设备则以操作台、测试分系统和控制分系统等为主。

2 起重机械的能效测试

起重机械的能效测试,需要从工况测试开始,获得起重机械工况下的数据,进而基于这些数据,计算起重机械与能效相关的各参数,最终确定起重机械的能效情况。所测能效数值的准确性依赖于工况测试的准确性,因此,工况测试是能效测试的关键。

2.1 起重机械工况测试

在正常工况下,起重机械需要完成物料的搬运工作,整个工作过程中会不断地重复周期性与间歇性的动作。在对起重机械工况进行测试时,按照这一过程设计起重机械的动作,将载荷状态下的吊具从正常状态加速至额定工作状态,以额定速度起升到设计高度,定义为一个工况周期。该测试形式会重复多次,并将各次的测试结果统一收集起来进行处理,以有效降低各种误差,确保测试结果的真实性和可靠性。起重机械工况实测场景如图2所示。



图2 起重机械工况实测场景

整个起重机械工况测试流程分为6个步骤:①确定被测起重机械及其技术参数;②准备用于测试的负载;③检测仪表及接线;④完成测试工作,要求每种工况至少测试3次;⑤采集测试数据,为后续计算做好准备;⑥填写测试报告。

2.2 起重机械供给能的计算

获得起重机械工况数据后,就可以对其供给能进行计算了,这是表征起重机械能效的一个重要参数。考虑到很多工业起重机械均采用电力驱动模式,故其能源的

供给主要来自电网电能的输入。按照实际工作中的要求,起重机械工况下供电系统电压波动要保持足够稳定,处于工作电压额定值 $\pm 10\%$ 的范围内。工况下起重机械需要频繁启动,因此会消耗很多能量,这是造成无效能耗的重要来源,不能将其忽略。针对这一情况,测试中利用电能表对输入的供给能进行测量,就可以将频繁启动耗费的能量累加到供给能。起重机械供给能的计算,可以采用下面的公式:

$$E_G = 3.6 \times 10^6 D \quad (1)$$

式中: E_G —起重机械的供给能(J);

D —电能表的测量值(J)。

2.3 起重机械有效能的计算

起重机械有效能是其输出能量的大小,有效能越大,起重机械的起重能力越强。在实际计算中,有效能是一个工作周期中起重机械直接消耗的能量,从理论上理解,就是目标物被运送到目标位置起重机械所做的有用功。该有用功包括两部分:一是目标物增加势能;二是目标物获得动能。因此,起重机械有效能的计算,可采用下述公式:

$$E_{qB} = 9800 (M + M_1) h + 500 (M + M_1) v_0^2 \quad (2)$$

式中: E_{qB} —起重机械的有效能(J);

M —起重机械的负载质量(kg);

M_1 —起重机械的吊具质量(kg);

h —起重机械负载状态下的起升高度(m);

v_0 —起重机械负载状态下的起升速度(m/s)。

2.4 起重机械能效比的计算

能效比用于表征起重机械工况下能源的利用效率,能效比越高,起重机械对能源的利用效率也越高,说明起重机械的结构设计和电动机质量更加高效合理。起重机械能效比可以验证设备的节能效果,是评价其节能设计有效性的主要依据。通过前文所述,已经获得起重机械的供给能和有效能,那么起重机械能效比的计算,可采用如下公式:

$$\eta_{qs} = (E_{qB} / E_G) \times 100\% \quad (3)$$

式中: η_{qs} —起重机械的能效比;

E_{qB} —起重机械的有效能(J);

E_G —起重机械的供给能(J)。

3 起重机械的节能措施研究

通过计算起重机械的能效比,可以了解起重机械在能量效率方面的表现。通过实际测量,在单速运行模式下,起重机械的能效比基本处于60%左右;在变频运行模式下,其能效比有较大幅度提升,可以达到75%左右。从该数据发现,起重机械在能效转化方面还有很大空间,通过采取有效措施对起重机械进行节能处理,可以达到对能源的高效利用。就目前的技术水平而言,起重机械

的节能措施可以从多个方面进行。

3.1 提高起重机械的结构精密度

为达到功能需要,起重机械需要在结构设计中充分考虑精密度的影响。通过调整结构精密度,可以使各个部件配合得更好,机械效率有更好的表现。提升起重机械的结构精密度具体是针对减速器、卷筒及导向滑轮、滑轮组等部件的结构设计和运行效率进行优化,通过提升结构精密度,使起重机械的能效比更高,从而达到更好的节能效果。

3.2 普及变频装置

在实际测试中发现,采用变频装置可以有效地降低起重机械在启动过程中产生的不必要能耗,使得设备的启动能耗及调速电阻功率损耗能够得到有效控制。同时,起重机械变频装置的使用不但改善了能效比,达到了节能效果,还有助于设备的使用和维护,可以使设备故障率更低,从而增加其使用寿命,如图 3 所示。



图 3 起重机械变频装置

3.3 加大节能设计

节能设计是从根本上对起重机械的能效比进行改善的方法。通过节能设计,起重机械的结构、材料和核心设备的性能等都将得到彻底完善。如图 4 所示,加大节

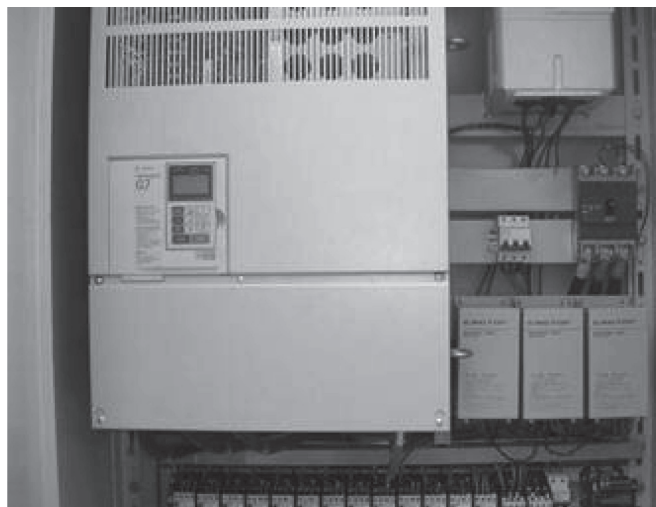


图 4 起重机械节能设计

能设计后,起重机械的结构更加合理,节能材料提高了设备的节能性能,而核心设备的节能性能改善更使得整个系统的能效比显著提升。

4 结语

综上所述,起重机械在工程建设领域、货物运输领域有着广泛应用,从实际使用情况来看,很多起重机械的能效比都没有达到应有的标准。能耗问题不仅影响到设备的工作状态,更对环境和成本控制产生较大影响。基于起重机械能效测试系统,对起重机械的能效进行准确测试,可以为节能设计提供数据支持,也是对起重机械进行性能优化的一个必要环节。

参考文献:

- [1] 孙振宁,邱俊霖,梁浩.节能型门座起重机起升机构的能耗分析与能效检测[J].港口装卸,2020(5):36-39.
- [2] 郭泽宇.论起重机械的能效测试与节能措施[J].设备监理,2019(9):27-28.
- [3] 王龙腾.基于并联交错的起重机械节能装置设计研究[J].机电工程技术,2019,48(12):223-226.

作者简介:刘恩瑞(1992.09-),男,汉族,硕士研究生,工程师,研究方向:特种设备安全风险与应急管理。