探析电梯门机系统机电性能试验

黄志强

内蒙古自治区特种设备检验研究院通辽分院 内蒙古 通辽 028000

摘要：本文围绕电梯门机系统机电性能试验展开论述。首先概述了电梯门机系统的构成与原理。阐述了机电性能试验的目的和要求，包括确保安全性能、满足运行效率及保障舒适性。详细介绍了试验准备工作，如设备仪器、环境设置及门机系统的安装调试。列举了具体试验项目及方法，涵盖开关门速度、力、噪声、振动、能耗和可靠性测试。还说明了试验数据采集与处理的要点，包括采集方法、频率及数据筛选整理。

关键词：电梯门机系统；机电性能；试验

引言：电梯作为现代建筑中不可或缺的垂直运输工具，其安全性和运行质量备受关注。电梯门机系统作为电梯的重要组成部分，其机电性能直接影响着电梯的整体性能。为确保电梯门机系统的可靠运行，进行科学、全面的机电性能试验至关重要。

1 电梯门机系统概述

电梯门机系统是电梯运行中至关重要的组成部分，它负责控制电梯门的开关动作，保障乘客的安全和便捷出行。电梯门机系统的性能直接影响着电梯的运行效率和乘客的使用体验。一个高效、可靠的门机系统能够确保电梯门的快速、平稳开关，减少乘客的等待时间，同时提高电梯的整体运行安全性。从结构上看，电梯门机系统通常由多个关键部件协同工作。除了前文提到的门电动机、传动装置、门导轨、门滑轮、门锁装置和门控制器外，还可能包括位置传感器、速度传感器、编码器 etc 等用于精确检测和控制门的运动状态的部件。在工作过程中，电梯门机系统需要与电梯的整体控制系统紧密配合。当电梯轿厢到达指定楼层时，控制系统会向门机系统发送指令，门机系统接收到指令后迅速响应，启动开门动作。开门和关门的速度、行程以及停留时间等参数都经过精心设计和调试，以适应不同的使用场景和安全要求。为了确保门机系统的长期稳定运行，日常的维护和保养工作必不可少。定期检查电机的运行状况、传动部件的磨损情况、门锁的可靠性以及传感器的精度等，能够及时发现并解决潜在问题，降低故障发生率。

2 机电性能试验的目的和要求

2.1 确保安全性能

电梯门机系统的机电性能试验首先旨在确保其具备卓越的安全性能。这是因为电梯门作为乘客进出电梯的通道，其安全性直接关系到乘客的生命安全。通过试验，可以检测门锁装置的可靠性，确保在任何情况下门

都不会意外打开，防止乘客坠入井道。例如，进行门锁强度测试，模拟极端情况下的外力作用，验证门锁能够承受并保持锁紧状态。还能验证门在关闭过程中遇到障碍物时的反应能力。如果门在关闭时夹住了人或物体，系统应能及时检测到并自动重新打开，避免造成伤害。这一功能的试验可以通过在关门路径上放置障碍物来进行检测。

2.2 满足运行效率

机电性能试验也是为了满足电梯门机系统的运行效率要求。高效的门机系统能够减少乘客的等待时间，提高电梯的整体运行效率。试验中会对门的开关速度进行测量和调整，以达到最佳的运行时间。例如，在不影响安全和舒适的前提下，适当提高开门速度，缩短乘客进出的时间。同时还会检测门机系统的响应时间，即从接收到开门或关门指令到门开始动作的时间间隔，确保其能够迅速响应，减少不必要的延误。

2.3 保障舒适性

保障乘坐电梯的舒适性也是机电性能试验的重要目的之一。试验会关注门开关过程中的噪音水平。过大的噪音会给乘客带来不适和困扰。通过对电机、传动装置等部件的运行状况进行检测和优化，降低噪音产生。此外，还会检查门开关的平稳性，避免出现抖动、顿挫等现象，为乘客提供平稳、流畅的进出体验^[1]。比如，对传动皮带的张力进行调整，或者对导轨的润滑情况进行检查和改善，以保证门的运动平稳。

3 试验准备

3.1 试验设备与仪器

在进行电梯门机系统机电性能试验之前，需要准备一系列专业的试验设备与仪器，以确保试验数据的准确性和可靠性。（1）力传感器：用于测量门在开关过程中所受到的推力和拉力，从而评估门机系统的动力性能。

(2) 位移传感器: 精确测量门的位移, 以确定门的开关行程和速度。(3) 速度传感器: 监测门的运行速度, 帮助分析门机系统的调速性能。(4) 噪声测量仪: 检测门机系统运行时产生的噪声水平, 判断其是否符合相关标准。(5) 电压电流测量仪: 测量门机系统工作时的电压和电流, 评估其能耗和电气性能。(6) 数据采集系统: 将各类传感器采集到的数据进行汇总、处理和分析。

3.2 测试环境设置

为了获得准确和可重复的试验结果, 需要精心设置测试环境。(1) 温度和湿度控制: 保持试验环境的温度在一定范围内 (通常为20°C-25°C), 湿度在适当水平 (例如40%-60%), 以排除温度和湿度对门机系统性能的影响。(2) 无外界干扰: 确保测试场所没有强烈的电磁干扰、振动和气流, 以免影响测试数据的准确性。(3) 空间要求: 提供足够的空间, 以容纳被测试的门机系统、试验设备以及操作人员, 同时保证安全距离。

3.3 被测试门机系统的安装与调试

正确安装和调试被测试的门机系统是试验成功的关键。按照制造商的安装指南, 精确安装门机系统, 包括电机、传动装置、导轨、门体等部件, 确保安装牢固、位置准确。进行电气连接, 确保线路连接正确、接触良好, 无短路和断路现象。调试门机系统的初始参数, 如电机的转速、扭矩、门的开关速度和行程等, 使其处于正常工作状态。进行初步的试运行, 检查门机系统在空载情况下的运行情况, 排除可能存在的故障和异常。例如, 如果测试环境的温度过高或过低, 可能会导致门机系统的部件膨胀或收缩, 从而影响门的开关精度和速度。再比如, 如果被测试门机系统的安装存在偏差, 如导轨不平行, 可能会导致门在运行过程中出现卡顿或歪斜的现象, 影响试验结果的准确性。因此, 在进行正式试验之前, 必须认真做好试验准备工作的每一个环节。

4 具体试验项目及方法

4.1 开关门速度测试

开关门速度是衡量电梯门机系统运行效率的重要指标。测试时, 在门的行程起点和终点分别安装光电传感器, 通过记录门遮挡传感器光线的的时间间隔, 结合门的行程距离, 计算出开关门的速度。为确保测量的准确性, 可进行多次测量并取平均值。例如, 将电梯门从完全关闭状态开启至完全打开状态, 记录此过程中光电传感器的触发时间, 重复操作10次, 计算平均开门速度。同时, 要注意在不同的负载条件下 (如空载、半载和满载) 进行测试, 以全面评估门机系统的性能。

4.2 开关门力测试

开关门力的测试旨在保障乘客的安全和舒适。采用力传感器安装在门的边缘或把手处, 测量乘客在开关门时所需施加的力。测试时, 模拟乘客正常操作门的动作, 记录力的大小和变化。例如, 让测试人员以不同的力度和方式推动或拉动门, 力传感器将实时采集数据^[2]。对于自动开关门的情况, 可在门的运动路径上设置障碍物, 测量门在遇到障碍物时施加的反作用力, 确保其在安全范围内。

4.3 噪声测试

噪声测试用于评估电梯门机系统运行时产生的声音对环境的影响。将声级计放置在距离电梯门1米处, 分别在门的开关过程中进行测量。测量时要考虑背景噪声的影响, 可先测量背景噪声, 然后在门机运行时测量总噪声, 通过差值计算得到门机系统产生的噪声值。比如, 在一个相对安静的测试环境中, 先测量背景噪声为40分贝, 当电梯门开关时, 总噪声为60分贝, 则门机系统产生的噪声为20分贝。同时, 要注意测量不同频率段的噪声分布, 以便针对性地进行降噪处理。

4.4 振动测试

振动测试有助于发现门机系统在运行中的稳定性问题。在门体、导轨或相关机械部件上安装加速度传感器, 采集振动信号。通过分析振动的频率、振幅和方向等参数, 评估门机系统的运行状况。例如, 当门机系统启动时, 加速度传感器检测到垂直方向的振动频率过高且振幅较大, 可能意味着导轨安装不牢固或传动部件存在磨损。

4.5 能耗测试

能耗测试对于评估门机系统的节能性能具有重要意义。使用电能质量分析仪连接到门机系统的电源线路上, 测量门在开关过程中的电能消耗。记录多次开关门操作的能耗数据, 并计算平均能耗。比如, 连续进行50次开关门操作, 电能质量分析仪显示总能耗为100瓦时, 则平均每次开关门的能耗为2瓦时。此外, 还可以对比不同控制策略或部件改进前后的能耗差异, 以寻找节能优化的方案。

4.6 可靠性测试

可靠性测试是检验门机系统长期稳定运行能力的关键。采用加速寿命试验的方法, 增加门的开关频率和运行时间, 模拟长时间的使用情况。在测试过程中, 实时监测门机系统的各项性能指标, 记录故障发生的时间、类型和频率。例如, 设定门机系统连续运行10000次开关门操作, 观察在此期间是否出现电机过热、部件损坏或控制故障等问题, 并统计故障发生的次数和间隔, 以评

估其可靠性水平。

5 试验数据采集与处理

5.1 数据采集的方法与频率

在电梯门机系统机电性能试验中,数据采集是获取准确和可靠结果的关键步骤。数据采集的方法应根据具体的试验项目和测量参数来选择。对于开关门速度、力、噪声、振动和能耗等参数,可以采用传感器直接测量的方法。例如,使用速度传感器来测量门的开关速度,力传感器测量开关门力,噪声传感器测量噪声水平,振动传感器测量振动幅度和频率,电能表测量能耗。在确定数据采集频率时,需要综合考虑试验的要求、测量参数的变化速度以及数据处理的能力。对于快速变化的参数,如开关门速度和振动,采集频率应较高,以捕捉到瞬时的变化细节。通常,采集频率可以设置在几百赫兹甚至更高。对于相对稳定或变化较慢的参数,如能耗和噪声,采集频率可以适当降低,例如几十赫兹。以开关门速度测试为例,可以在门的行程范围内每隔一定距离设置一个测量点,每个测量点以较高的频率(如500Hz)采集速度数据,以获得门在整个行程中的速度变化曲线^[9]。对于噪声测试,可以在门机运行期间以50Hz的频率采集噪声数据,以充分反映噪声的变化情况。

5.2 数据的筛选与整理

采集到的原始数据可能包含噪声、异常值和无效数据,因此需要进行筛选和整理。首先,对数据进行初步检查,去除明显的错误数据,如传感器故障导致的异常值。可以通过设定合理的数据范围来筛选出超出正常范围的数据点。例如,对于开关门力的测量,如果某个数据点远远超出了预期的力值范围,可能是由于测量误差或异常情况导致的,应予以剔除。然后,对数据进行平滑处理,以减少随机噪声的影响。可以采用移动平均、中值滤波等方法来平滑数据曲线,使数据更能反映真实的趋势。在整理数据时,还需要按照试验项目和测量参数进行分类和存储。将开关门速度、力、噪声、振动和能耗等数据分别存储在不同的数据集或文件中,以便后续的分析 and 处理。例如,对于一系列开关门速度的测量数据,可以按照开门和关门分别进行整理,并计算每次

开关门的平均速度、最大速度和最小速度等统计量。

5.3 误差分析与处理

在试验数据采集和处理过程中,不可避免地会存在各种误差。误差可能来自测量仪器的精度、测量环境的影响、安装和操作的误差等。因此,进行误差分析和处理是确保试验结果准确性的重要环节。(1)对于系统误差,可以通过校准测量仪器、改善测量环境、优化试验安装和操作等方法来减小或消除。例如,如果速度传感器存在校准偏差,可以通过与标准速度源进行对比校准来修正误差。(2)对于随机误差,可以采用多次测量取平均值的方法来减小其影响。通过增加测量次数,可以使随机误差在平均值中相互抵消,从而提高测量结果的准确性。(3)在分析误差时,还需要计算测量结果的不确定度。不确定度反映了测量结果的可信程度。可以根据测量仪器的精度、测量方法的重复性和再现性等因素,采用统计方法计算不确定度。例如,对于开关门力的测量,假设测量仪器的精度为 $\pm 5\text{N}$,通过多次测量得到的标准偏差为 3N ,则可以计算出测量结果的不确定度为 $\pm (5^2+3^2)^{0.5}\approx\pm 5.8\text{N}$ 。在报告试验结果时,应同时给出测量值和不确定度,以便使用者对结果的准确性有一个清晰的了解。

结束语:通过对电梯门机系统机电性能试验的全面探析,我们明确了各项试验的方法、数据采集与处理的要点。试验结果为评估门机系统性能提供了依据,也为改进和优化设计指明了方向。然而,随着技术的不断进步和电梯使用需求的变化,还需进一步完善试验方法,提高试验精度,以适应电梯行业发展的新要求,为人们的出行安全和舒适提供更有力的保障。

参考文献

- [1]张强.电梯门机系统机电性能试验方法研究.《现代机械》,2022(4),78-84.
- [2]刘芳.电梯门机系统机电性能测试技术的应用与问题分析.《电梯与升降机》,2021(3),32-37.
- [3]吴丽.电梯门机机电性能试验数据分析及应用.《电梯工程与管理》,2020(1),17-23.