

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,以捕捉到瞬间的变化细节。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.