

电梯机械结构及机械装置研究

汪庭军

杭州优迈科技有限公司 浙江 杭州 311305

摘要: 本文深入探讨了电梯的机械结构及机械装置。首先,概述了电梯的基本组成,包括机房、井道、轿厢与对重、底坑等部分,并介绍电梯的运行原理及各部件的功能;分析电梯机械结构设计的基本原理,强调安全性、稳定性、效率等关键要素。在维护与保养方面,提出定期检修、故障诊断、维护记录与分析以及保护性措施的重要性。这些内容为电梯的设计、运行和维护提供全面的理论支持和实践指导。

关键词: 电梯;机械结构;机械装置

1 电梯机械结构及机械装置的基本组成

1.1 电梯主要机械构件介绍

电梯作为现代高层建筑中不可或缺的垂直运输工具,其机械结构复杂而精密,主要由机房部分、井道部分、轿厢与对重部分、以及底坑部分等四大主要机械构件组成。机房部分通常包含了曳引机、控制柜、限速器等关键设备,负责提供电梯运行的动力和进行必要的控制;井道部分是电梯运行的轨道空间,由导轨、导轨支架、钢丝绳等构成,确保电梯在垂直方向上稳定移动;轿厢与对重部分,前者是乘客或货物的承载空间,后者则用于平衡轿厢的重量,减少曳引机的能耗;底坑部分则设置了缓冲器、限速器张紧装置等安全装置,用于应对紧急情况,保护乘客安全。

1.2 电梯运行原理和机械结构之间的关系

电梯的运行原理基于一系列复杂的机械结构和电气控制系统的协同工作。机械结构中的曳引机通过驱动钢丝绳,使轿厢和对重在井道中上下移动。这一过程中,导轨确保了轿厢的移动轨迹精确无误,而限速器、安全钳等装置则提供了必要的安全保障。电气控制系统则负责接收指令、控制曳引机的启动、停止、加速、减速等操作,以及监控电梯的运行状态,确保其在任何情况下都能安全运行^[1]。机械结构与电气控制系统的紧密结合,共同实现了电梯的高效、安全、舒适运行。

1.3 电梯各个部件的作用和功能

电梯的各个部件都承担着特定的作用和功能,共同确保电梯的正常运行和乘客的安全。曳引机是电梯的动力源,提供必要的驱动力以克服轿厢与对重的重量以及摩擦阻力;控制柜则负责接收和处理来自召唤按钮、楼层显示器等外部设备的指令,并向曳引机等执行机构发出控制信号;限速器则用于检测电梯的运行速度,当电梯超速时自动触发安全钳,将轿厢固定在导轨上;安

全钳则直接作用于导轨,将轿厢固定在轨道上,防止其继续移动;而缓冲器则位于底坑部分,当电梯发生坠落等异常情况时,吸收轿厢的冲击能量,保护乘客免受伤害。另外,轿厢的门系统、照明系统、通风系统等也为乘客提供舒适的乘坐环境。

2 电梯机械结构设计原理

2.1 电梯结构设计的基本原则

电梯机械结构的设计是一个复杂且精细的过程,它遵循着一系列基本原则以确保电梯的安全、高效、耐用和舒适。首要原则是安全性,这是电梯设计的核心,要求电梯在任何运行状态下都能保护乘客和货物的安全,包括预防意外坠落、超载保护、防止电气故障引起的失控等。其次是稳定性,电梯必须能够在各种负载条件下保持稳定运行,避免晃动和振动,确保乘客的舒适度。效率原则要求电梯的设计应考虑能耗和运行速度,以实现能源的有效利用和提高运输效率;易用性也是设计的重要考量,包括控制系统的直观性、门系统的便捷性以及紧急情况下的易于救援等。最后,可维护性和可扩展性也是电梯设计不可忽视的原则,便于后期的维护保养和升级改造。在电梯结构设计时,还需考虑材料的强度、耐久性、抗腐蚀性以及环保性。材料的选择直接影响到电梯的承重能力、使用寿命和对环境的影响^[2]。

2.2 机械装置的选择与设计考虑因素

曳引系统是电梯的核心装置,负责提供电梯运行的动力。在选择曳引机时,需要考虑其功率、效率、噪音以及维护成本等因素。一般来说,无齿轮曳引机具有体积小、噪音低、效率高的优点,但价格相对较高;而有齿轮曳引机则具有结构简单、维护方便的优点,但噪音和能耗相对较高。控制系统是电梯的另一个重要机械装置,它负责接收指令、控制曳引机的运行以及监控电梯的运行状态。在选择控制系统时,需要考虑其可靠性、

稳定性、易用性和扩展性等因素。现代化的电梯控制系统通常采用可编程逻辑控制器（PLC）或微机控制，具有高度的灵活性和智能化水平，能够根据电梯的运行数据和乘客的需求进行自动调整，实现更高效、更舒适的运行；门系统、导轨系统、安全保护装置等也是电梯机械装置的重要组成部分。门系统的设计需要考虑其密封性、噪音控制以及紧急情况下的开启能力；导轨系统则需要确保其精度和稳定性，以保证电梯的平稳运行；安全保护装置则包括限速器、安全钳、缓冲器等，它们的作用是在电梯出现异常时迅速启动，保护乘客和电梯的安全；在机械装置的设计过程中，还要考虑电梯的负载能力和运行速度。负载能力决定电梯能够承载的最大重量，根据电梯的使用需求进行精确计算；运行速度则影响到电梯的运输效率和乘客的舒适度，需要在保证安全性的前提下进行优化设计。

2.3 电梯机械结构设计中的安全性与稳定性要求

2.3.1 安全性要求

电梯必须配备完善的安全保护装置，如限速器、安全钳、缓冲器、门锁装置等，这些装置能够在电梯超速、坠落、门未关闭等异常情况下迅速启动，有效防止事故的发生；电梯的控制系统也需要具备故障检测和诊断功能，能够实时监测电梯的运行状态，一旦发现异常立即采取措施，避免故障扩大。在电梯机械结构的设计中，还需要考虑材料的强度和耐久性，以确保电梯在承受各种负载和应力时不会发生断裂或变形。对于电梯的维护和检修，设计也需要提供便利。例如，电梯的机房、井道、轿厢等部分需要易于接近，方便维护人员进行日常检查和维修。同时，电梯的控制系统也需要具备远程监控和故障诊断功能，以便在电梯出现故障时能够迅速定位问题并进行修复。在电梯的使用过程中，乘客的安全教育和培训也是不可忽视的。设计时需要在电梯内部设置明显的安全警示标志和操作规程，提醒乘客正确使用电梯，避免发生意外事故。

2.3.2 稳定性要求

为了确保电梯的平稳运行，设计时需要精确计算电梯的负载能力和运行速度，选择合适的曳引系统和导轨系统，以确保电梯在垂直方向上能够稳定移动。电梯的控制系统也需要具备精确的调速和定位功能，能够根据乘客的需求和电梯的运行状态进行自动调整；在抗震性能方面，电梯机械结构的设计需要充分考虑地震等自然灾害对电梯的影响。需要采用抗震性能好的材料和结构形式，如使用阻尼器、减震器等装置来吸收和分散地震能量，减少电梯在地震中的晃动和振动。另外，电梯

的控制系统也需要具备抗震功能，能够在地震发生时迅速采取措施，保护乘客和电梯的安全；为了确保电梯机械结构的稳定性和安全性，设计者还需要进行严格的测试和验证。这包括模拟各种负载和应力条件下的运行测试、抗震性能测试、安全保护装置的功能测试等。通过测试和验证，可以及时发现和纠正设计中的问题，确保电梯在实际使用中能够满足安全性和稳定性的要求。

3 电梯机械装置的维护与保养

3.1 定期维护与检修措施

定期维护与检修措施是电梯维护工作的基础，它包括对电梯各部件的定期检查、清洁、润滑、调整和更换。例如，曳引机的润滑油需要定期更换，以确保其正常运转；导轨和钢丝绳需要定期检查磨损情况，并进行必要的修复或更换；门系统的锁紧装置和开关需要定期检查，确保其可靠性和安全性；电气系统也需要进行定期的检查和测试，以确保其正常工作和故障预警功能的准确性^[3]。这些定期维护与检修措施的执行频率应根据电梯的使用频率、环境条件以及制造商的建议来确定。

3.2 机械结构的异常故障诊断与处理

电梯机械结构在运行过程中可能会出现各种异常故障，如曳引机异响、轿厢晃动、门系统卡顿等。维护人员需要具备丰富的专业知识和实践经验，能够准确判断故障的原因和位置，并采取相应的措施进行修复。例如，对于曳引机异响，可能需要检查轴承、齿轮等部件的磨损情况，并进行必要的更换；对于轿厢晃动，可能需要调整导轨的间距和垂直度；对于门系统卡顿，可能需要清理门轨道的杂物或调整门锁的间隙。在处理异常故障时，维护人员需要遵循安全操作规程，确保自身和乘客的安全。

3.3 维护记录与数据分析

维护记录应包括每次维护与检修的时间、内容、结果以及更换的零部件等信息。这些记录有助于维护人员了解电梯的运行状况和维护历史，为后续的维护工作提供参考；通过对维护记录的数据分析，可以发现电梯运行的规律和潜在的问题，为预防性维护提供依据。例如，通过对曳引机润滑油更换周期的统计分析，可以确定最佳的更换时机；通过对导轨磨损情况的监测，可以预测其使用寿命并进行提前更换。数据分析还可以帮助维护人员评估维护工作的效果，优化维护流程和提高维护效率。

3.4 保护性措施的重要性

电梯机械装置的保护性措施是确保其安全运行的重要保障。安全保护装置如限速器、安全钳、缓冲器等，

能够在电梯出现异常时迅速启动,保护乘客和电梯的安全。应急预案则包括在电梯故障或事故发生时采取的紧急措施,如启动紧急救援程序、疏散乘客等。定期的安全培训和演练能够提高维护人员和乘客的安全意识,使其熟悉应急预案和操作流程,以便在紧急情况下能够迅速反应并采取正确的行动。

4 电梯机械结构与现代技术的结合

4.1 智能化电梯装置的应用

智能化电梯装置通过集成传感器、控制器、通信模块等先进技术,实现电梯的自动化、信息化和智能化。在智能化电梯装置中,自动门控制系统能够准确感知乘客的进出需求,实现门的快速开启和关闭,减少等待时间,提高乘客的满意度。同时,智能召唤系统能够根据乘客的需求,自动分配最近的电梯,并优化运行路径,提高电梯的运行效率;智能监控系统能够实时监测电梯的运行状态,包括速度、负载、位置等信息,一旦发现异常情况,立即发出警报并采取相应的保护措施,确保乘客的安全。通过物联网技术,电梯可以与云端数据中心进行连接,实现数据的实时传输和分析。这有助于电梯制造商和服务商及时了解电梯的运行状况,进行预防性维护和故障预测,减少停机时间和维修成本;乘客也可以通过手机APP等智能终端设备,随时查询电梯的运行状态和位置信息,提升出行体验。

4.2 先进材料在电梯机械结构中的应用

随着材料科学的不断发展,越来越多的新型材料被应用于电梯机械结构中,如高强度钢、钛合金、碳纤维等。高强度钢具有优异的力学性能和抗腐蚀性能,能够承受较大的负载和应力,是电梯曳引系统、导轨系统等关键部件的理想材料。钛合金则具有低密度、高强度、耐腐蚀等优良特性,适用于电梯轿厢、对重等部件,能够减轻电梯的整体重量,提高运行效率。碳纤维材料具有高强度、高模量、低密度等特点,被广泛应用于电梯的悬挂系统、轿厢框架等部位,能够显著提高电梯的承载能力和稳定性;新型复合材料如玻璃钢、陶瓷等也被应用于电梯机械结构中,以提高电梯的耐候性、抗磨损性和美观性。这些先进材料的应用,不仅提高电梯的机

械性能,还推动电梯行业的可持续发展^[4]。

4.3 机器学习与智能监控技术在电梯维护中的应用

在电梯维护中,机器学习算法可以处理和分析大量的运行数据,识别出电梯故障的模式和趋势。通过对历史数据的学习,机器学习模型能够预测电梯未来可能出现的故障,并给出相应的维护建议。这有助于维护人员提前采取措施,避免故障的发生,减少维修成本和时间;智能监控技术则能够实时监测电梯的运行状态,包括速度、负载、振动等关键参数。一旦发现异常情况,智能监控系统能够立即发出警报,并自动调整电梯的运行模式,以确保乘客的安全^[5]。同时,智能监控系统还能够记录电梯的运行数据,为后续的维护和分析提供宝贵的信息;通过将机器学习与智能监控技术相结合,电梯维护工作可以变得更加智能化和高效化。

结束语

综上所述,电梯机械结构及机械装置的研究对于提升电梯的安全性和运行效率具有重要意义。随着现代科技的不断发展,智能化、自动化和高效化的电梯装置将成为未来的发展趋势。同时,加强电梯的维护与保养工作,及时诊断和处理异常故障,也是确保电梯长期稳定运行和乘客安全的关键。持续关注电梯技术的创新和发展,不断优化和完善电梯的机械结构和机械装置,为人们提供更加便捷、安全、舒适的出行体验。

参考文献

- [1]刘刚.电梯机械结构及机械装置研究[J].设备监理,2024(4):40-43.DOI:10.19919/j.issn.2095-2465.2024.08.011.
- [2]孙学礼,刘英杰,陈志刚等.电梯超载开关无载检测装置机械结构优化[J].机电工程技术,2022,51(03):279-282.
- [3]郭炜,杨逸峰,王玉军等.电梯导轨性能检测装置的机械结构设计[J].中国电梯,2021,30(14):36-38.
- [4]卢德俊.电梯的机械装置及机械结构浅析[J].中国设备工程,2021(05):98-99.
- [5]丁慧.简析电梯机械安全装置检验工作的方法[J].装备维修技术,2020(1):121-121.