

电梯机械故障与优化设计

范伏雨

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：在追求电梯运行效率与乘客安全并重的背景下，本文深入探讨了电梯机械故障的原因、诊断方法及优化设计策略。首先分析了电梯机械故障的主要成因，如润滑不良、部件磨损、平衡系数失调等。随后介绍了两种常见的诊断方法：视觉检查与参数监测、数据记录分析与系统诊断工具的应用。最后提出了电梯机械故障优化设计的策略，包括制定优化目标、采用冗余设计、选择耐用材料、优化结构布局以及引入智能控制等，旨在提高电梯的可靠性和安全性。

关键词：电梯；机械故障；优化设计

引言

电梯作为现代城市的重要交通工具，其安全性和可靠性直接关系到人们的日常生活。然而，随着电梯使用年限的增加和运行频率的上升，机械故障频发成为一大难题。因此，对电梯机械故障进行深入分析，探索有效的诊断方法和优化设计策略，对于保障电梯安全运行、提升用户体验具有重要意义。以下将从电梯机械故障的原因、诊断方法及优化设计三个方面展开论述，以期为电梯行业的健康发展提供有力支持。

1 电梯发生机械故障的原因分析

(1) 电梯超负荷运行：电梯投入使用以后，运行频次会非常高，因此很容易出现一些故障问题，一些故障问题虽然看似较小，但不对其进行及时解决，将会诱发严重的安全事故。造成电梯出现机械故障的因素有很多，但是最为主要的是由于电梯的超负荷运行。电梯在使用过程中无可避免的会出现超负荷运行的情况，尤其是安置在商场和高层住宅的电梯，基本上一直都处于超负荷运行的状态，这就极易导致电梯的限速器会出现故障问题，所造成的后果就是电梯出现故障无法正常使用。(2) 机械磨损问题：如果电梯在运行过程中出现机械磨损较为严重的情况也会引发电梯机械故障。电梯在运行过程中或多或少都会出现机械零件磨损的情况，如果磨损在安全范围内则不会对电梯的正常运行造成影响，一旦磨损问题较为严重并且超出了安全范围，机械零件的性能就会大大降低，此时会严重影响电梯的安全稳定运行。想要避免由于电梯机械零件磨损而引发的故障问题，工作人员必须要做好日常的检测和维修工作，针对各个细小的零件进行系统性的检查，查看其磨损情况，根据实际情况来进行维修或更换。(3) 连接件出现松动：电梯是一个较为复杂的系统，由多个不同的部分

构成，连接件的稳定程度直接决定了电梯的运行情况。由于电梯长时间处在运行状态下，因此连接件处很容易出现松动情况，一旦松动较为严重，会使得机械出现滑脱的问题，这不仅会使得零件间的磨损加剧，同时还会引发较为严重的电梯故障^[1]。(4) 润滑系统失灵：若电梯在长期运行的状态下出现较为严重的发热情况，则会直接导致零件出现严重磨损和抱轴问题，此时电梯的润滑系统就会失灵，使得电梯无法正常运行。

2 电梯机械故障常见的诊断方法

2.1 视觉检查与参数监测

在电梯机械故障的诊断流程中，视觉检查作为第一道防线，其重要性不言而喻。这一方法不仅简单直接，而且能够迅速捕捉到电梯外观及部分可视部件的异常情况。工程师通过细致入微的观察，比如检查电梯门体的开关是否平稳无卡阻，门缝是否均匀，可以初步判断门系统是否存在机械磨损或调整不当的问题。同时，对导轨的仔细查看能揭示是否有异物嵌入或导轨表面磨损严重，这些都是影响电梯平稳运行的关键因素。此外，润滑系统的检查同样不容忽视，漏油或润滑不足会直接导致电梯运行噪音增大、部件磨损加速，甚至引发更严重的故障。视觉检查虽基础，却能在短时间内为维修工作指明方向，是高效诊断流程的重要组成部分。参数监测则是电梯故障诊断中的“高科技”手段，它依赖于现代电梯系统中广泛应用的传感器技术。这些传感器如同电梯的“感官”，能够实时捕捉并传输电梯运行过程中的各种关键参数，如电流、电压的稳定性，运行速度的一致性，以及电机、控制柜等关键部件的温度变化。通过对这些参数的持续监测，并与预设的正常范围进行对比分析，系统能够及时发现异常波动，为维修人员提供预警信号。参数监测的优势在于其高度的敏感性和及时

性，能够捕捉到肉眼难以察觉的细微变化，从而有效预防潜在故障的发生^[2]。另外还可以结合历史数据的对比分析，还能揭示电梯运行的趋势性规律，为预防性维护提供科学依据。这种数据驱动的故障诊断方式，不仅提高了诊断的精准度，也促进了电梯维护管理的智能化发展。

2.2 数据记录分析与系统诊断工具的应用

数据记录功能是现代高端电梯设备的重要特性之一，它为电梯故障的诊断提供了丰富的数据资源。当电梯发生故障时，这些数据记录功能能够自动保存故障前后的各种运行参数，包括速度、电流、电压、温度等，以及可能的故障代码或异常信号。这些数据如同“黑匣子”中的信息，为后续的故障分析提供了宝贵的第一手资料。通过专业的数据分析软件，维修人员可以对这些数据进行深入挖掘，分析参数之间的关联性，寻找故障发生的根本原因。这种基于大数据的故障诊断方法，不仅提高了诊断的准确性和效率，还能够帮助维修人员更好地理解电梯的运行机理，提升整体维护水平。而系统诊断工具的应用，则是电梯故障诊断领域的另一大亮点。这些工具通常由电梯设备制造商根据电梯的具体设计和性能特点量身打造，具有高度的专业性和针对性。它们能够自动检测电梯的各个部件，包括电机、控制系统、安全装置等，通过发送特定的测试信号或执行预设的诊断程序，快速定位故障点，并生成详细的诊断报告。这些报告不仅指出了故障的具体位置和性质，还可能包含修复建议或替换部件的型号信息，为维修工作提供了极大的便利。系统诊断工具的使用，不仅降低了人为诊断的误差率，还显著提高了故障诊断和修复的效率，是电梯安全运行的重要保障。随着技术的不断进步，这些工具的功能和性能还将持续提升，为电梯行业的健康发展注入新的活力。

3 电梯机械故障优化设计的策略

3.1 制定优化目标

(1) 提升电梯的运行效率，这涉及到优化电梯的控制系统，使其能够更智能地响应乘客需求，减少等待时间和运行周期，从而提高乘客的满意度和整体运营效率。并且通过优化电梯的机械结构，如改进导轨设计、减少摩擦阻力等，也能有效提升电梯的运行速度和平稳性。(2) 减少故障率，故障率的降低不仅意味着电梯运行更加可靠，减少了因故障导致的停运时间和维修成本，还能显著提升乘客的安全感。为此，需对电梯的各部分组件进行深入分析，识别出故障易发点，并通过改进材料、加强润滑、优化布局等方式来降低故障风险。(3) 延长设备寿命，通过采用更耐用的材料、改进制

造工艺、优化维护策略等手段，可以显著提高电梯的耐用性和使用寿命，降低更换新设备的频率和成本。在制定优化目标时，必须充分考虑成本和效益的平衡，优化设计虽然旨在提升性能，但不应以过高的成本为代价。所以需要进行详细的经济分析，评估各项优化措施的成本投入与预期效益，确保优化设计方案在财务上是可行的，并且能够为企业带来实实在在的经济效益和社会效益。还需考虑技术的可行性和实现的难易程度，确保优化目标能够在实际操作中得到有效落实^[3]。

3.2 采用冗余设计

冗余设计的基本理念是在电梯的关键部件或系统中设置额外的备份或替代元件，以应对可能出现的故障情况，确保电梯在单一部件失效时仍能维持基本功能，甚至继续安全运行。

传统的制动系统可能依赖于单一的制动装置来实现电梯的平稳停止，但一旦该装置出现故障，就可能导致电梯失控。所以在优化设计中，可以引入双制动器或多制动器系统，确保即使一个制动器失效，其他制动器也能迅速接管，有效制动电梯，防止意外发生。其次驱动系统作为电梯运行的动力源泉，其稳定性和可靠性同样不容忽视，在驱动系统中采用冗余设计，可以通过设置备用电机、备用驱动控制器等方式，保证在主驱动系统出现故障时，备用系统能够迅速启动并接管工作，保持电梯的正常运行。这样不仅降低了因驱动系统故障导致的停运风险，还提高了电梯应对突发情况的能力。在实施冗余设计时，还需要充分考虑系统的整体布局和协同工作机制，通过合理的设计和配置，确保各冗余部件之间能够顺畅配合，避免相互干扰或冲突。此外，冗余设计可以通过增设独立的安全回路和监控传感器，即使主控制系统出现故障，备用控制系统也能立即接管，确保电梯指令的正确执行和安全监控的连续性。利用冗余通信网络设计，保证控制信号和数据传输的可靠性，防止单一通信链路中断导致的系统瘫痪。

3.3 选择耐用材料

耐用材料不仅能够抵抗磨损、腐蚀和疲劳等常见破坏因素，还能在恶劣环境下保持稳定的性能，从而延长电梯的使用寿命。第一，对于电梯的关键部件，如导轨、轴承、链条等，应优先选用高强度、高硬度、高耐磨性的材料。这些材料具有优异的机械性能，能够承受电梯运行过程中的巨大负荷和频繁摩擦，减少因材料磨损而导致的故障。且材料的抗腐蚀性也是必须考虑的因素，因为电梯常处于潮湿、多尘的环境中，抗腐蚀性强的材料能够有效防止部件生锈和腐蚀，保持电梯的美观

和性能。第二，要控制部件的制造精度，在制造过程中，应采用先进的加工技术和设备，确保部件的尺寸精度和表面质量达到微米级别。这种高精度的制造能够保证电梯机械系统的精确配合，减少因部件间隙过大或过小而导致的振动、噪音和磨损。并且精确的制造还能提高电梯的运行平稳性和舒适度，为乘客提供更加优质的乘梯体验。第三，需考虑材料的可加工性、成本效益以及环保性能，应选择易于加工、成本合理且符合环保要求的材料，以降低生产成本并减少对环境的负面影响，与供应商建立良好的合作关系，确保材料的稳定供应和质量的可靠性^[4]。

3.4 优化结构布局

在电梯机械故障优化设计的策略中，优化结构布局旨在通过精细规划机械结构和部件的排列方式，以达到减少摩擦、磨损，并提升电梯整体运行效率的目的。

(1) 深入理解电梯的运行原理和各部件之间的相互作用关系。设计师需对电梯的承重结构、传动系统、导向装置等进行全面分析，找出可能导致摩擦和磨损的关键点。随后，通过调整部件的位置、角度或形状，减少不必要的接触和碰撞，从而降低摩擦力和磨损程度。(2) 考虑电梯的动态平衡和稳定性，通过合理布局，确保电梯在运行过程中各部件受力均匀，减少因振动和冲击引起的额外磨损，也有助于提升电梯的响应速度和运行平稳性，提高乘客的舒适度。(3) 考虑电梯的维护和保养便捷性，合理的结构布局应便于维修人员进行日常检查和故障排查，减少维修时间和成本的同时，也应考虑部件的更换和升级便利性，以适应未来技术发展的需求。(4) 注重环保与节能，通过采用轻量化材料和优化空气动力学设计，减少电梯运行时的能耗和噪音，实现绿色可持续发展。

3.5 采用智能控制

采用智能控制代表了电梯技术向智能化、自动化方向发展的必然趋势，智能控制系统的引入，不仅极大地提升了电梯的运行安全性和可靠性，还为实现电梯的高效管理和维护提供了有力支持。智能控制系统通过集成先进的传感器技术、数据处理算法和人工智能算法，

能够实时监测电梯的各项运行参数，如速度、加速度、载重、温度、振动等。这些实时数据被收集并传输至中央处理器进行深度分析，以识别电梯的运行状态和潜在故障。一旦系统检测到异常情况，如部件磨损、温度异常升高或振动超标等，智能控制系统将立即触发预警机制，通知管理人员或维修人员进行检查和处理。智能控制系统通过对历史数据的分析和学习，系统能够不断优化控制策略，提高电梯的运行效率和舒适性。例如，根据乘客的乘梯习惯和交通流量，智能控制系统可以自动调整电梯的停靠楼层和运行速度，减少等待时间和能耗。而且管理人员可以通过远程监控平台实时查看电梯的运行状态，无需亲临现场即可进行故障诊断和处理^[5]。同时系统还能根据历史数据和当前运行状况，预测电梯未来可能发生的故障，并提前制定维修计划，减少因故障停机造成的损失。

结语

综上所述，电梯机械故障的诊断与优化设计是保障电梯安全运行的关键环节。通过深入分析故障成因，采用科学的诊断方法，结合合理的优化设计策略，可以显著提高电梯的可靠性和安全性。未来，随着智能化技术的不断发展，电梯的故障诊断和优化设计将更加智能化、精准化，为人们的出行提供更加便捷、安全的保障。同时，这也要求电梯行业不断加强技术研发，提高产品质量和服务水平，以满足人们日益增长的安全需求。

参考文献

- [1]张振华,金卫琴,王爱敏.电梯机械故障的诊断及优化设计探究[J].机电信息,2020(05):52-53.
- [2]李贞.电梯机械故障的诊断及优化设计探究[J].住宅与房地产,2019(22):48+88.
- [3]梁昌龙.浅谈电梯机械故障的诊断及优化设计[J].科技风,2019(20):16+29.
- [4]王义杰,毕俊杰.电梯起重机械故障与优化设计[J].建筑工程技术与设计,2020(26):63-64.
- [5]谢龙彬.基于数字法的电梯机械故障的诊断及优化设计[J].机电工程技术,2023,52(7):129-131.