

电梯制动器电气控制研究及检验方法

郑天宇

浙江省特种设备科学研究院 浙江 杭州 321000

摘要：电梯作为现代建筑中的重要交通工具，其安全性和可靠性一直备受关注。电梯制动器作为电梯的关键部件，其电气控制系统的性能直接影响电梯的安全运行。本文旨在深入探讨电梯制动器电气控制的基础理论、失效原因以及关键技术研究，为电梯制动器的设计和检验提供理论依据和技术支持，以确保电梯的安全、稳定运行，保障乘客的生命财产安全。

关键词：电梯制动器；电气控制；检验方法

引言：电梯制动装置对升降机安全至关重要。本文深入探究电梯制动器电气控制的基础、失效原因及关键技术。概述了制动器工作原理与电气控制系统构成，随后分析了电气系统运行失常和制动力不足等问题。重点探讨了PLC控制、变频调速、智能识别与控制及电磁兼容性设计等技术在提升电梯性能和中的应用。最后，介绍了包括图纸审查、现场与模拟试验在内的制动器检验方法，以确保电气控制系统的可靠与稳定。

1 电梯制动器电气控制的基础理论

1.1 电梯制动器的工作原理

电梯制动器的工作原理核心在于其精密的电气控制系统，该系统分为控制回路与保护回路两大关键部分。

(1) 控制回路是基础，由控制器、开关及接触器构成，控制器根据电梯的位置与速度信息，精准判断并发送指令给开关和接触器，控制制动器的开合，确保电梯平稳停靠。这一过程依赖于控制器对电梯状态的实时监测与精确调控。(2) 保护回路则强化了安全性能，包括监测装置、紧急停车按钮及控制器。监测装置持续监视电梯状态，一旦发现异常如失速、超速，立即向控制器发出警报，控制器随即启动制动器，迅速阻止电梯运行，预防事故。(3) 紧急停车按钮为乘客提供了紧急情况下的安全保障，允许手动触发制动器。这两大回路的协同工作，不仅确保了电梯的正常运行，更在紧急情况下提供了可靠的安全防护，保障了乘客与设备的安全。

1.2 电梯制动器电气控制系统的基本构成

电梯制动器电气控制系统是一个高度集成的系统，主要由控制器、电动机、制动器、传感器以及电源等几个核心部件构成：(1) 控制器作为系统的“大脑”，承担着监控电梯运行状态的重任，一旦检测到任何异常情况，它会迅速向制动器发出明确的制动信号，确保电梯安全停靠。(2) 电动机则是电梯的动力来源，它驱动电

梯沿着导轨平稳运行^[1]。制动器在接收到控制器的信号后，会立即产生强大的制动力，使电梯迅速且平稳地停止运行。(3) 传感器如同系统的“眼睛”，实时检测电梯的速度、位置等关键信息，并将这些数据准确反馈给控制器，为控制器的决策提供参考。(4) 电源则是整个控制系统的能量源泉，它为所有部件的正常工作提供了稳定的电力支持。这些部件相互协作，共同构成了电梯制动器电气控制系统的完整框架，确保了电梯的安全、稳定运行。

2 电梯制动器的失效原因分析

2.1 电气系统运行失常原因

在电梯抱闸过程中，电气系统运行失常是一个不容忽视的问题。该过程通常依赖于多个接触器的精确电操作来实现。当这些接触器以并联方式连接时，虽然在一定程度上提高了系统的冗余性，但也可能导致防止触点粘合的功能逐渐减弱，从而成为电梯制动器故障的一个潜在诱因。此外，采用鼓式抱闸的电梯在运行过程中，往往会产生大量的干油泥。这些干油泥会积聚在抱闸线圈轴套与抱闸顶杆轴之间，从而增加两者之间的摩擦力。这种增加的摩擦力不仅会影响抱闸的灵活性，还可能导致抱闸响应速度变慢，甚至在极端情况下造成抱闸失效。一旦出现这种情况，电梯的制动性能将大打折扣，进而可能增加发生事故的风险。

2.2 电梯制动力不足原因

电梯制动力不足是电梯运行中的一个重要安全隐患。通常情况下，电梯制动器动力不足主要由以下几个原因引起：(1) 制动器的铁芯若无法正常工作，其产生的电磁力将无法达到设计标准。这种情况下，电梯抱闸在接触时可能出现不完全结合，如不及时处理，将直接导致电梯制动不足，严重影响电梯的正常运行。(2) 电梯制动器的闸瓦与转轴之间，若摩擦力减弱，往往是由

于油污的介入。这种油污的存在会降低抱闸的力度，进而导致制动力不足的现象。（3）电梯制动器的弹簧如果压力不足，或者转动部件出现卡阻，都会对制动速度产生不利影响。特别是在需要合闸时，如果因为这些原因无法顺利合闸，电梯制动器将无法正常工作，从而导致制动力不足。

3 电梯制动器电气控制的关键技术研究

3.1 PLC控制

可编程逻辑控制器（PLC）是一种专为工业环境设计的数字运算操作电子系统，具有可靠性高、编程简单、灵活性强等特点。在电梯制动器电气控制中，PLC的应用极大地提高了系统的稳定性和可控性。PLC通过其内部的微处理器执行用户编写的控制程序，实现对电梯制动器的精确控制。当电梯需要制动时，PLC接收到来自传感器或上位机的制动信号，经过逻辑运算后，向制动器发出控制指令，使其产生制动力，使电梯平稳停止。并且，PLC还能实时监测电梯的运行状态，如速度、位置等，并根据这些信息调整制动力的大小和作用时间，确保电梯制动的准确性和安全性。此外，PLC还具有故障自诊断功能，能够在系统发生故障时及时发出警报，并显示故障类型和位置，方便维修人员进行快速排查和修复。这一功能大大提高了电梯制动器电气控制系统的可维护性和可用性。

3.2 变频调速控制

变频调速技术，作为电动机控制领域的一项先进技术，通过灵活调整电动机的供电频率，实现了对电动机转速的精确控制。在电梯制动器电气控制系统中，这一技术的应用为电梯的运行带来了显著的改善。传统的电梯电动机常采用恒速运行方式，制动时电动机突然断电，制动器迅速抱紧，这种方式易产生机械冲击和磨损，对电梯的使用寿命和乘客的舒适度造成不利影响。而变频调速技术则通过逐步降低电动机的供电频率，使电动机转速平稳下降，实现了电梯的软启动和软停止。这种制动方式不仅有效减少了机械冲击和磨损，还显著提高了电梯的运行效率和节能效果。此外，变频调速技术还能根据电梯的实际负载和运行情况，动态调整电动机的供电频率和转速^[2]。这意味着电梯在不同工况下都能保持最佳的运行状态，从而大大提高了电梯制动器电气控制系统的适应性和灵活性。因此，变频调速技术在电梯制动器电气控制中的应用，不仅提升了电梯的性能，还为乘客提供了更加舒适、安全的乘坐体验。

3.3 智能识别和控制

随着人工智能技术的飞速发展，电梯制动器电气控

制系统也迎来了智能化升级的新篇章。智能识别和控制技术，通过模拟人类智能的思维方式，为电梯的安全、高效运行提供了有力保障。（1）智能识别技术，依托于传感器和先进的数据处理算法，能够实时监测和采集电梯的速度、位置、负载等关键参数。这些宝贵的数据经过系统的深入分析和处理，使得系统能够精准判断电梯的运行状态，如是否超速、是否偏载等，并在必要时迅速采取制动措施，确保电梯始终保持在安全轨道上运行。（2）智能控制技术，则根据电梯的实际运行情况和乘客的多样化需求，动态调整制动器的工作参数和控制策略。在高峰时段，系统能够自动加大制动力的输出，有效缩短电梯的等待时间，显著提升运行效率；而在空载或轻载时，系统则会智能地减少制动力的输出，既节约了能源，又减少了机械磨损，延长了电梯的使用寿命。智能识别和控制技术的融入，不仅让电梯制动器电气控制系统更加聪明、灵活，更为乘客带来了更加安全、舒适、高效的乘坐体验。这是电梯技术发展的必然趋势，也是未来智能建筑的重要组成部分。

3.4 电磁兼容性设计

电梯制动器电气控制系统是电梯运行中的核心组件，其电磁兼容性设计对于确保系统稳定运行具有举足轻重的作用。（1）合理选择电气元件和布线方式是设计的基础。这意味着要选用那些具有低电磁发射和高抗扰度的电气元件，并通过优化布线布局来最大限度地减少电磁干扰的产生和传播^[3]。（2）采用屏蔽、滤波等先进技术手段对电磁干扰进行有效的抑制和消除。屏蔽技术能够阻断电磁场在空间中的传播路径，而滤波技术则能够清除电路中的杂波，从而提升信号的纯净度和质量。（3）合理的接地设计和雷击保护措施是提高系统抗干扰能力和确保安全性的关键环节。一个好的接地设计能够保持系统中的电荷平衡，减少静电的积累；雷击保护措施能够在雷电天气中为系统提供可靠的保护，防止其遭受雷击损害。这些措施共同构成了电梯制动器电气控制系统电磁兼容性设计的完整框架。

4 电梯制动器的检验方法

4.1 图纸审查

图纸审查是电梯制动器检验的第一步，也是确保电梯制动器电气控制设计合理、安全可靠的重要环节。根据国家标准《电梯制造与安装安全规范》GB7588-2003的要求，对电梯制动器电气控制图纸进行细致入微的审查。在图纸审查过程中，首先需要关注电气装置的数量和独立性是否符合规范要求。电梯制动器的电气控制回路应设计成两个独立的电气装置（如接触器），以确保

在一个电气装置失效时,另一个仍能正常工作,从而保证电梯制动器的可靠制动。此外,还需要审查电气控制回路的设计是否合理,包括电气元件的选型、布线方式、接地设计等,以确保电气控制回路的稳定性和安全性。除了电气控制回路的设计外,图纸审查还应关注电梯制动器本身的设计参数和性能指标。例如,制动器的制动力矩、电磁铁的吸合力、线圈的抗压强度等,这些参数都是影响电梯制动器性能的重要因素。通过审查这些参数,可以初步判断电梯制动器是否满足规范要求,为后续的现场试验和模拟实验提供参考。

4.2 现场试验

现场试验是检验电梯制动器电气控制性能的重要手段,也是确保电梯制动器在实际运行中能够安全可靠工作的关键环节。现场试验的内容主要包括电梯制动器制动力矩试验、电磁铁试验、线圈抗压试验以及电梯上行和下行制动试验等。在电梯制动器制动力矩试验中,需要测量制动器在不同工况下的制动力矩,以确保制动器能够提供足够的制动力,使电梯在紧急情况下能够迅速停止。电磁铁试验则是检验电磁铁的吸合力和释放力是否符合规范要求,以确保电磁铁能够正常工作,驱动制动器产生制动力^[4]。线圈抗压试验是检验线圈在承受一定压力时是否能够保持正常工作的重要试验。通过在线圈上施加一定的压力,观察线圈的变形情况和电气性能变化,可以判断线圈的抗压强度是否满足要求。电梯上行和下行制动试验则是模拟电梯在实际运行中的制动情况,检验制动器在上行和下行过程中是否能够迅速、准确地产生制动力,使电梯平稳停止。通过这些现场试验,可以直观地了解电梯制动器的性能状况,及时发现并解决问题,确保电梯制动器的安全可靠工作。

4.3 模拟实验

模拟实验是电梯制动器电气控制系统生产完成后不可或缺的一环,其核心目的是验证系统的可靠性和稳定性。这一实验需全面覆盖电梯在正常运行及紧急状况

下的各种工况,以确保制动器在任何情境下均能发挥正常功能。在模拟电梯正常运行工况时,我们重点关注制动器在电梯启动、运行及停止过程中的表现。通过细致观察制动器的动作,精确测量制动力矩和制动时间等关键参数,我们可以准确评估制动器是否符合规范要求。并且,模拟电梯的紧急状况同样重要。例如,在断电或超速等极端情况下,制动器的性能将直接关乎乘客的安全。通过模拟这些紧急情况,我们能够深入检验制动器在极端条件下的响应速度和制动效果,从而及时发现并解决潜在的安全隐患。模拟实验不仅是对电梯制动器电气控制系统的一次全面体检,更是对系统设计和制造质量的有力验证。通过这一实验,我们可以及时发现并改进系统中存在的问题,确保电梯制动器在紧急情况下能够迅速、准确地产生制动力,为乘客的安全提供坚实保障。因此,模拟实验在电梯制动器电气控制系统的检验中占据着举足轻重的地位。

结语:综上所述,电梯制动器电气控制系统的研究和检验对于确保电梯的安全运行具有重要意义。通过深入探讨电梯制动器的工作原理、电气控制系统的构成以及失效原因,我们可以更好地理解电梯制动器的工作机制,并采取相应的措施提高其性能和可靠性。未来,随着科技的不断进步和电梯技术的不断发展,我们相信电梯制动器电气控制系统将会更加智能、高效、安全,为人们的出行提供更加便捷、舒适的体验。

参考文献

- [1]高昱.电梯制动器电气控制及检验[J].机电技术,2019,(02):102-103.
- [2]刘雪.电梯制动器电气控制及检验[J].商品与质量,2019,(10):22-23.
- [3]张文林.电梯制动器电气控制及检验探析[J].科技资讯,2019(12):1-1.
- [4]单泽君.关于电梯制动器的电气控制及检验分析[J].科技风,2018(7):6-7.