

机电合一特种设备电气线路安全检验优化策略研究

黄禧，林雨芳

广东省特种设备检测研究院顺德检测院，广东 佛山 528000

DOI: 10.61369/SSSD.2025130001

摘要：随着城市化速度的加快，高层建筑逐渐增多，电梯属于机电合一特种设备，广泛应用于人们的生活、工作中。电梯安全运行影响人们生命财产安全，电气线路属于电梯的核心部件，其安全性能直接关系到电梯的运行。但当前电梯电气线路安全检验工作存在一些问题，影响到电梯电气线路安全。本文从机电合一特种设备视角出发，将电梯作为案例，分析了电梯的具体结构，并提出针对性的安全检验优化对策，旨在促进线路安全检验效果的提升，为电梯稳定运行提供借鉴。

关键词：机电合一特种设备；电梯；电气线路；安全检验

Research on Optimization Strategies for Safety Inspection of Electrical Circuits in Mechatronics-Integrated Special Equipment

Huang Xi, Lin Yufang

Guangdong Institute of Special Equipment Inspection and Research Shunde Branch, Foshan, Guangdong 528000

Abstract : With the acceleration of urbanization, high-rise buildings have gradually increased. Elevators, as mechatronics-integrated special equipment, are widely used in people's daily lives and work. The safe operation of elevators affects people's lives and property safety. Electrical circuits, as core components of elevators, have safety performance that is directly related to elevator operation. However, there are currently some problems in the safety inspection of elevator electrical circuits, which affect the safety of elevator electrical circuits. From the perspective of mechatronics-integrated special equipment, this paper takes elevators as a case, analyzes the specific structure of elevators, and proposes targeted optimization countermeasures for safety inspection. The aim is to promote the improvement of circuit safety inspection effects and provide references for the stable operation of elevators.

Keywords : mechatronics-integrated special equipment; elevator; electrical circuit; safety inspection

引言

现代社会特种设备成为加快经济与民生发展的基础设施之一，其中电梯具有交通运输功能，不断应用到住宅、医院等场所。电梯数量的增加，表现出许多电梯安全运行问题，如电气线路故障带来的安全事故，不仅容易带来经济损失，还威胁人们生命安全。电气线路关系到电梯启动、停止以及制动等功能，涉及电源、照明以及信号等线路方面。电梯长期处于高负荷运行形态，其工作环境较为复杂，如湿度、粉尘等，电气线路很容易出现绝缘、接地故障等问题。因此，需重视电梯电气线路安全检验的开展，排查、消除线路隐患，确保电梯的安全运行。

一、机电合一特种设备——电梯基本结构

电梯属于复杂机电合一特种设备，其具有许多结构，如曳引、轿厢、电力拖动、电气控制等部分组成，各个部分间进行配合，保障了电梯的平稳运行。

(一) 曳引系统

在电梯的组成系统内，曳引系统主要发挥了动力驱动效果，其通常由曳引机、导向轮以及反绳轮等组成^[1]。在曳引系统内曳引机属于核心组件，该组件的内部电动机主要借助电气线路、控制

系统的联系，有效接收控制系统所发送的控制信号，进而促进电动机启动、停止等操作的顺利完成^[2]。曳引钢丝绳可以将轿厢、对重进行连接，并借助曳引轮的旋转带动轿厢和对重的升降运动。导向轮和反绳轮主要用于改变曳引钢丝绳的受力方向，保证曳引钢丝绳的平稳运行。

(二) 轿厢系统

轿厢系统主要负责人员、货物的承载，该系统通常借助轿厢体、轿厢架、轿厢内操纵盘、照明和通风装置等组件完成运行^[3]。其中轿厢体主要负责重物的承载，而轿厢架可以进行轿厢体的固

定，并进行其重量传递，交由曳引钢丝绳工作。轿厢内操纵盘供乘客选择目标楼层，其按钮信号通过电气线路传输至控制系统。照明和通风装置为轿厢内提供良好的环境，其电源通过电气线路供给。

（三）电力拖动系统

电力拖动系统属于电梯运行动力，其通常由供电系统、曳引电动机等组成。其中曳引电动机属于电力拖动系统核心部件，其类型通常涉及直流电动机、永磁同步电动机等^[4]。供电系统主要可以为曳引电动机提供电能，部件通常涉及变压器、配电柜、电源线路等，电源线路将电能从电网传输至曳引电动机和其他电气设备。调速装置用于调节曳引电动机的转速，实现电梯的平稳启动、加速、匀速、减速和停止，目前常用的调速方式有变频调速、变压变频调速等，调速装置通过电气线路与控制系统和曳引电动机相连，接收控制系统的控制信号，对曳引电动机的转速进行精准控制^[5]。

（四）电气控制系统

在电梯组成系统内，电气控制系统发挥重要作用，主要负责控制、管理电梯运行情况，其通常组件包括控制柜、控制器、操纵盘、位置检测装置、速度检测装置等^[6]。其中控制柜属于电气控制系统核心，设置有控制器、继电器以及电源开关等元件，相关元件可以借助电气线路联系起来，进而形成良好控制电路。在电气控制系统内控制器发挥核心作用，可以借助PLC、微机控制器，有效接收不同部位信号，如操纵盘、位置检测装置等，当顺利完成逻辑判断、运算之后，灵活使用曳引机、制动器等发送控制信号，促进电梯各功能的实现^[7]。位置检测装置可以判断轿厢具体位置，有效传输位置信号，并借助电气线路载体，从而方便控制器选择电梯停靠位置。速度检测装置可以检测曳引电动机的转速，进而确定轿厢的运行速度，将速度信号传输至控制器，实现对电梯运行速度的监控和调节。

二、特种设备电梯电气线路安全检验的优化对策

（一）强化思想认识，树立正确的安全检验理念

电梯的使用、检验以及监管部门需明确电梯电气线路安全检验价值，转变以往存在的错误理念，如重形式、轻实质，贯彻安全第一原则，重视预防活动的开展^[8]。相关单位需明确电梯事故的出现原因，明确电梯电气线路故障的作用，在具体电气线路安全检验活动中，不仅需要重视电梯的运行状态，开展相应的检查工作，还可以了解潜在安全隐患，积极开展排查、预防活动^[9]。安全培训、事故案例分析以及安全知识宣传等活动的开展，可以帮助相关人员了解电梯电气线路安全检验工作，不断提高安全责任意识、风险防控意识，帮助相关人员参与相关工作，切实提升电气线路安全检验效果。

（二）完善检验制度，明确检验责任和要求

设置合理的电梯电气线路安全检验制度，顺利开展电气线路检验工作，促进工作效率的提升。电梯使用单位需遵循法律法规、标准，并适当根据单位电梯状况，制定科学合理的电气线路

检验计划，改善安全检验规程，设置科学合理的检验范畴、方式以及周期等^[10]。从电气线路检验计划的角度出发，需提升计划针对性、可操作性，其中不仅需涉及电梯电气线路检验项目，如检验绝缘电阻、接地电阻等内容，还需要了解新型电气线路技术，促进专项检验工作的顺利开展。检验的规程需清晰划分操作的步骤和技术要求，确保检验人员能够按照规程进行规范检验^[11]。同时，要建立检验责任追究制度，对在检验工作中敷衍了事、弄虚作假、玩忽职守的人员，要依法依规追究其责任，确保检验工作的严肃性和公正性。

（三）制定整改计划，明确整改目标和措施

面对以往检验活动出现的电气线路问题，电梯使用单位需制定良好的整改计划，设置清晰整改目标，并适当整改措施以及优化所需资源等^[12]。其中在计划整改过程中，需融入科学性、科学性特点，还需要结合问题的严重情况、影响范畴，灵活调整整改工作进度。针对威胁电梯平稳运行的状况，如接地故障、绝缘老化等，需即可停止电梯运行，鼓励人员参与紧急整改工作，保障问题的顺利解决，有效回复电梯运行。从一般性问题视角出发，如接触不良、标识不清等，需要根据整改期限，顺利开展整改工作^[13]。整改的措施需做到明确，不仅提升其可操作性，如更换老化的电气线路、修复接触不良的接头、重新粘贴清晰的线路标识等。

（四）加强整改监督检查，确保整改工作落实到位

为了顺利开展整改工作，需贯彻按时、保质保量等原则，电梯使用党委需重视整改工作监督的开展。其中整改监督小组的设置，可以定期开展整改工作检查活动，客观评估进展状况，明确整改工作可能出现的问题，灵活采取有效对策，解决可能出现的问题^[14]。监督小组还需要重视现场的整改，清晰认识整改措施实施状况，并了解整改后电气线路，积极开展检验、测试活动，判断整改效果是否满足相应标准。面对整改工作效果较差、无法按时完成的整改任务等问题，需要结合相关规定，进行严肃处理，顺利开展重新整改工作。同时，检验机构也应加强对整改工作的跟踪监督，在下次检验时，重点检查既往问题的整改情况，对未整改或整改不到位的问题，应责令电梯使用单位继续整改，并将整改情况纳入电梯安全检验档案。

（五）制定系统的培训计划，提升管理人员专业知识水平

电梯的使用单位、检验机构需把握人员所需，如电气系统管理者、检验者等，设置相应的培训计划，提升培训的系统性与全面性。具体的培训内容需要蕴含电梯电气线路基础知识、结构组成以及常见故障类型的排查方式、新型电气线路技术等。培训计划应分层次、分阶段进行，针对不同岗位、不同工作经验的人员制定差异化的培训内容和培训目标^[15]。例如，对于新入职的管理人员和检验人员，应重点开展基础知识和操作技能的培训，使其掌握电梯电气线路的基本原理和常规检验方法。对于具有一定工作经验的人员，应加强对新型技术和复杂故障排查方法的培训，提升其解决实际问题的能力。同时，培训方式应灵活多样，可采用理论授课、案例分析、现场实操、在线学习等多种方式相结合，提高培训的针对性和实效性。

三、结束语

综上所述，基于机电合一特种设备内电梯电气线路的安全检验，具体可以从加强思想认知、优化检验制度、开展整改监督检查以及设置系统性培训计划等层面，积极建设安全检测对策，贯

彻科学、有效的原则。通过以上策略实践的开展，可以保障电梯电气线路的平稳运行，为人们日常生活、工作打下基础。同时，随科技的进步与新型技术应用，电梯电气线路安全检验工作面临新机遇和挑战，因此，需要重视持续性探索、创新，真正适应时代发展所需。

参考文献

- [1] 侯冲,宋章亭,刘洋,等.对拆除电梯轿门锁或其电气安全装置施工的检验[J].中国电梯,2024,35(11):42-43.DOI:CNKI:SUN:ZGDT.0.2024-11-013.
- [2] 庞新路,刘国强,李学明.曳引电梯限速器电气安全装置的检验[J].机电工程技术,2024,53(06):250-252+293.DOI:CNKI:SUN:JXKF.0.2024-06-057.
- [3] 傅永生.电梯安全管理及检验检测的有效性[J].中国质量监管,2024,(05):71-73.DOI:CNKI:SUN:ZZJD.0.2024-05-016.
- [4] 杨新宇.关于机电合一特种设备电气线路安全检验的探讨[J].模具制造,2024,24(05):255-257.DOI:10.13596/j.cnki.44-1542/th.2024.05.082.
- [5] 张峰,李阳.模糊评价法在电梯安全检验与风险评估中的应用[J].机械工程与自动化,2024,(02):108-109+116.DOI:CNKI:SUN:SXJX.0.2024-02-041.
- [6] 张宇堃.电梯检验中安全保护措施及危险源追溯探讨[J].科技资讯,2023,21(14):133-136.DOI:10.16661/j.cnki.1672-3791.2208-5042-7937.
- [7] 张温和.浅析电梯检验中存在的危险源及安全防护[J].中国设备工程,2022,(22):160-161.DOI:CNKI:SUN:SBGL.0.2022-22-069.
- [8] 李奕章.浅析电梯紧急手动操作及其电气安全装置的标准要求与检验方法[J].中国电梯,2022,33(21):22-25.DOI:CNKI:SUN:ZGDT.0.2022-21-005.
- [9] 赵亮.电梯电气安全回路接地故障保护功能检验方法研究[J].城市建筑空间,2022,29(S1):370-371.DOI:CNKI:SUN:CSZZ.0.2022-S1-173.
- [10] 李度.电梯检验中的危险源分析与安全保护措施探讨[J].中国设备工程,2022,(11):143-145.DOI:CNKI:SUN:SBGL.0.2022-11-062.
- [11] 孙怡如,晋明喆.电梯设备检验的安全管理策略分析[J].电子技术,2022,51(04):278-279.DOI:CNKI:SUN:DZJS.0.2022-04-115.
- [12] 戴伟威,吴桂红.一则电梯旁路井道安全门电气安全回路的检验案例[J].中国电梯,2021,32(21):50-51.DOI:CNKI:SUN:ZGDT.0.2021-21-016.
- [13] 李海龙.电梯检验中发现的电气安全装置与安全回路问题[J].科技创新与应用,2021,11(24):138-140.DOI:10.19981/j.cnki.23-1581/g3.2021.24.040.
- [14] 李清超,李兴强.自动扶梯的两种电气安全装置检验研究[J].中国设备工程,2021,(16):160-161.DOI:CNKI:SUN:SBGL.0.2021-16-100.
- [15] 李世琦,韩文聪.智能插座面板的电气安全检验[J].中国高新科技,2021,(13):90-91.