电梯电气设备预防性维修与状态评估体系

杨林昌

中国石化集团河南石油勘探局有限公司矿区服务中心　河南　南阳　473132

摘　要：电梯电气设备稳定运行对保障电梯安全高效至关重要。预防性维修与状态评估体系可有效降低故障风险、延长设备寿命。预防性维修从计划制定、技术手段应用、人员培训管理及效果评估改进等方面展开，确保维修工作科学合理、执行到位。状态评估体系则涵盖指标体系构建、数据采集、模型算法选择及结果分析解读，能全面反映设备健康状况，为维护管理提供决策支持。通过综合运用预防性维修与状态评估体系，可提升电梯电气设备的可靠性与安全性，保障乘客出行安全。

关键词：电梯电气设备；预防性维修；状态评估

引言：在城市化进程不断加速的当下，电梯已成为建筑中不可或缺的垂直交通工具。电梯电气设备作为其核心组成部分，其运行状态直接影响着电梯的安全性与可靠性。然而，电气设备故障时有发生，不仅会导致电梯停运，还可能引发严重的安全事故。因此，开展电梯电气设备预防性维修与状态评估体系的研究具有重要现实意义。预防性维修可降低故障发生概率，减少维修成本；状态评估能实时掌握设备健康状况，为维修决策提供科学依据。

1 电梯电气设备概述

电梯作为现代建筑中不可或缺的垂直交通工具，其电气设备的稳定运行至关重要。电梯电气设备是一个复杂且精密的系统，涵盖多个关键部分，各部分协同工作，保障着电梯的安全与高效运行。电梯电气设备的核心是控制系统，它如同电梯的“大脑”，负责接收和处理各种信号，精确控制电梯的运行。控制系统由控制柜、控制器、传感器等组成。控制柜是整个系统的中枢，集成了众多电子元件和控制电路；传感器则分布在电梯的各个部位，实时监测电梯的位置、速度、载重等信息，并将这些数据反馈给控制器。控制器根据预设的程序和接收到的信号，发出指令，控制电梯的启动、加速、减速、停止等运行状态。电力拖动系统为电梯提供动力，它主要由电动机、变频器和传动装置构成。电动机是动力的源头，通过电能转化为机械能，驱动电梯轿厢的升降。变频器则可以调节电动机的转速，实现电梯的平稳运行。传动装置将电动机的动力传递到轿厢，确保电梯的高效运行。安全保护系统是电梯电气设备的重要组成部分，关乎乘客的生命安全[1]。它包括限速器、安全钳、缓冲器、门锁装置等。限速器能够监测电梯的运行速度，当速度超过安全范围时，触发安全钳动作，将轿厢紧紧夹住，防止轿厢超速坠落。缓冲器则安装在井道底部，在轿厢发生坠落时起到缓冲作用，减少冲击力。门锁装置确保电梯门在关闭时能够牢固锁住，防止电梯在运行过程中门意外打开。电梯的照明与通风系统为乘客提供舒适的乘坐环境，照明系统保证轿厢内有足够的光线，通风系统则确保轿厢内空气的流通，使乘客在乘坐电梯时感到舒适。电梯电气设备还包括通信系统，它实现了轿厢与外界的信息交互，方便乘客在紧急情况下与外界取得联系，也便于维修人员对电梯进行远程监控和故障诊断。

2 电梯电气设备预防性维修策略

2.1 预防性维修计划的制定要素

预防性维修计划的制定要素是电梯电气设备维修管理的基础环节，科学合理的计划能够有效降低故障率、延长设备寿命。（1）设备自身状况要素。全面掌握电梯电气系统的型号规格、投用年限、技术性能及历史故障记录，针对老旧设备适当缩短维修周期，针对新装设备合理安排初期磨合性检查。（2）运行环境要素。充分考虑机房温湿度、供电质量、粉尘腐蚀及使用场所特点等因素，环境恶劣的场所应加密检查频次，防止灰尘积聚和元件老化引发故障。（3）使用强度要素。根据电梯日均运行次数、载客流量及使用时段分布，评估电气控制系统的负荷程度，高频运行的电梯应强化重点部件的检测与保养安排。（4）法规标准要素。严格依据特种设备安全法律法规及维修保养技术规范的要求，将法定检查项目、周期及安全性能指标纳入计划，确保维修工作合法合规。（5）资源条件要素。结合维修人员技术水平、

备品备件储备及经费预算情况，合理编排维修任务的时间节点与工作量，做到计划切实可行、执行高效有序。

2.2 预防性维修的技术手段应用

预防性维修的技术手段应用是电梯电气设备维修策略的核心环节，通过科学的方法与工具实现故障早期发现与精准处理。（1）红外热成像检测技术。利用热像仪定期检测电气柜、接触器、接线端子等部位的温度分布，及时发现因接触不良、过载或绝缘劣化引起的异常发热，防止故障扩大。（2）绝缘性能测试技术。采用兆欧表定期测量电动机、控制回路及电缆的绝缘电阻，评估电气系统绝缘状况，提前预警因受潮、老化导致的短路或漏电风险。（3）控制柜状态监测技术。通过电压表、电流表及智能诊断模块对控制电源、接触器、继电器的工作参数进行实时监测，分析其运行趋势，判断元器件性能劣化程度。（4）电气连接紧固与清洁。定期对接线端子进行紧固检查，清除柜内灰尘与油污，防止因接触电阻增大或积尘短路引发电气故障，保持系统良好运行环境。（5）软件功能与冗余测试。对电梯控制系统软件进行周期性功能验证，测试安全回路、门锁回路及制动器控制的可靠性，确保电气安全装置动作灵敏有效。

2.3 预防性维修的人员培训与管理

预防性维修工作的有效开展，离不开专业且负责的人员，因此做好电梯电气设备预防性维修的人员培训与管理十分关键。在人员培训方面，理论知识培训是基础。要让维修人员全面了解电梯电气设备的工作原理、结构组成、常见故障类型及成因等，可邀请行业专家开展讲座、组织内部培训课程等。实操技能培训也不可或缺，通过模拟故障场景、实际设备维修操作等方式，提升维修人员的动手能力和故障处理速度，确保他们能熟练使用各类维修工具和检测仪器[2]。同时，要注重对新技术、新设备知识的培训，使维修人员能紧跟行业发展步伐。在人员管理方面，建立完善的考核机制，对维修人员的工作表现、技能水平、故障处理能力等进行定期考核，激励他们不断提升自我。明确岗位职责和工作流程，确保每位维修人员清楚自己的工作内容和标准，避免出现推诿扯皮现象。此外，还要加强团队建设，营造良好的工作氛围，促进维修人员之间的经验交流与分享，提升整个维修团队的协作能力和工作效率。

2.4 预防性维修的效果评估与改进

对电梯电气设备预防性维修效果进行评估与改进，能持续提升维修策略的有效性，保障电梯稳定运行。评估工作需多维度开展，设备性能指标是重要依据，通过监测电梯电气设备的运行参数，如电压、电流、温度等，对比维修前后的数据，判断设备性能是否提升。故障发生频率也能直观反映维修效果，统计一定时期内设备故障次数，若呈下降趋势，说明维修策略有效。维修成本同样关键，核算人力、备件、工具等费用，确保在保障设备稳定运行的前提下，实现成本控制。用户满意度调查也不可忽视，收集乘客对电梯运行舒适度、稳定性等方面的反馈。基于评估结果，要及时改进预防性维修策略[3]。若发现某些设备故障仍频繁出现，需调整维修周期或更换维修技术。对于维修成本过高的情况，可优化备件采购渠道、提高人员工作效率。若用户反馈电梯运行时有异常震动或噪音，应加强对相关部件的检查和维护。持续的评估与改进，能让预防性维修策略更好地适应电梯电气设备的实际运行需求。

3 电梯电气设备状态评估体系

3.1 状态评估的指标体系构建

状态评估的指标体系构建是电梯电气设备状态评估体系的基础框架，科学完整的指标体系能够全面反映设备健康状况。（1）电气性能指标。包括电源电压波动范围、回路绝缘电阻值、接触电阻大小及接地电阻等参数，直接反映电气系统的供电质量与绝缘水平，是评估的基础量化依据。（2）运行状态指标。涵盖电梯运行速度稳定性、平层准确度、启制动平滑度及运行噪声等表现，能够综合体现控制系统与驱动系统的协同工作状况。（3）故障统计指标。通过统计电气故障发生频次、故障间隔时间、重复故障比例及停机时长等数据，从历史维度评估设备可靠性与劣化趋势。（4）安全装置指标。针对门锁回路、安全回路、制动器控制及超速保护等电气安全装置的动作可靠性进行评价，确保安全功能始终处于有效状态。（5）环境与管理指标。包括机房温湿度条件、粉尘污染程度、维保记录完整性及元器件更换情况等，反映设备运行环境与维护管理的综合水平。

3.2 状态评估的数据采集方法

电梯电气设备状态评估的数据采集方法多样且各有优势，综合运用能保障数据全面性与准确性。在电梯控制柜、电机、曳引机等关键位置安装各类传感器，像电流传感器可精准捕捉电气设备运行时的电流变化，电压传感器实时监测电压稳定性，温度传感器能察觉设备因异常运行产生的发热。这些传感器能高频次采集数据，为状态评估提供实时动态信息。专业人员按既定巡检计划，定期对电梯电气设备进行实地检查。检查内容涵盖设备外观完整性、接线牢固程度、元件老化状况等，详细记录巡检中发现的问题与设备状态，为评估积累一手

资料[4]。故障报修与维修记录也是数据的重要来源，收集电梯日常运行中的故障报修信息，以及维修过程中记录的故障现象、原因和处理方法，能反映设备的历史健康状况与常见故障类型。还可借助远程监控系统，通过网络实时传输电梯电气设备运行数据至监控中心，实现远程的数据收集与分析，极大提高数据采集的效率和及时性。

3.3 状态评估的模型与算法选择

状态评估的模型与算法选择是电梯电气设备状态评估体系的核心技术环节，合适的模型算法直接决定评估结果的准确性与实用性。（1）层次分析法。将设备状态评估分解为目标层、准则层与指标层的递阶结构，通过专家判断确定各指标权重，适用于多指标综合评估场景，方法成熟、操作简便。（2）模糊综合评价法。针对设备状态界限模糊、难以精确量化的特点，引入隶属度函数处理评估中的不确定性信息，将定性评价与定量数据相结合，得出综合状态等级。（3）权重优化组合方法。将主观赋权法与熵权法、变异系数法等客观赋权方法相结合，兼顾专家经验与数据本身的信息量，克服单一赋权方法的片面性，提高权重设置的科学性。（4）机器学习算法。利用神经网络、支持向量机及决策树等算法，基于历史运行数据与故障样本训练评估模型，实现对设备状态的自动识别与故障趋势预测，适用于数据积累充足的场合。（5）灰色关联与退化建模方法。针对小样本、信息不完全的评估对象，运用灰色理论分析指标与状态间的关联程度，结合设备劣化曲线进行寿命预测，弥补数据不足的缺陷。

3.4 状态评估的结果分析与解读

对电梯电气设备状态评估结果进行科学分析与准确解读，能为设备维护和管理提供有力决策依据。要进行指标对比分析，将评估得到的各项指标数据与预设的标准值或正常运行范围作比较。若某电气设备的温度超出正常范围，可能意味着设备存在过载、散热不良等问题；若电流值异常波动，或许是电路存在短路或接触不良情况。通过这种对比，能快速定位可能存在故障隐患的指标。趋势分析也很关键，观察各项指标在一段时间内的变化趋势。如果某设备的绝缘电阻值呈持续下降趋势，即便当前仍在正常范围内，也预示着设备绝缘性能在逐渐降低，需提前采取措施[5]。故障模式识别是深入解读结果的重要环节，依据评估数据特征，识别可能的故障模式。例如，当出现特定频率的振动信号时，可能对应着设备机械部件的磨损或松动。综合评估结果，对电梯电气设备整体状态进行分级。可分为良好、一般、较差、危险等不同等级，针对不同等级制定相应的维护策略。对于状态良好的设备，可适当延长维护周期；而对于处于危险等级的设备，则需立即停机检修。

结语

未来，电梯电气设备预防性维修与状态评估体系将不断发展完善。随着科技的飞速进步，大数据、人工智能等前沿技术将深度融入其中。在预防性维修方面，智能化的监测系统将实现对设备的实时精准监控，提前预测潜在故障，维修计划将更加科学合理，有效降低维修成本和故障发生率。状态评估体系也将更加精准高效，通过多维度数据的深度分析，能更准确地判断设备状态，及时发现安全隐患。同时，行业标准和规范将进一步健全，推动电梯电气设备的管理更加规范化、标准化，为保障电梯安全稳定运行提供坚实支撑。

参考文献

[1] 王明宇, 房军, 董加昊. 电气设备预防性维修的重要性与实施策略 [J]. 消费电子,2026,(16):179-181.

[2] 金立贵. 电气设备日常维护中的预防性试验技术研究 [J]. 大众科学,2025,46(20):182-184.

[3] 陈运吉. 电气设备预防性试验技术在运行维护中的应用分析 [J]. 工程技术与创新,2026,2(2):14-16.

[4] 王峰. 电梯运行状态监测与故障预测模型的建立与优化 [J]. 中国质量监管,2025,(5):108-109.

[5] 钱甜甜. 机械电气设备绝缘在线监测与状态评估方法 [J]. 现代工业工程,2026,(11):11-14.