

# 机电设备电气安全故障的诊断方法与应急处理方案

杨 鹏 刘钰婕

阿勒泰职业技术学院 新疆 阿勒泰 836500

**摘要：**机电设备电气系统复杂，受多重因素影响，电气安全故障难以规避，且特点突出，处置不当后果严重。开展科学有效的故障诊断与应急处理意义重大，能保障人员与财产安全、维护生产连续性、提升运维效能、增强企业竞争力。常见故障有短路、漏电等四类，诊断需遵循安全优先等原则并做好准备工作。核心诊断方法有直观、仪器测量、信号分析三种。应急处理涵盖应急响应、分类型处置及后续管控恢复，以保障设备稳定运行。

**关键词：**机电设备；电气安全故障；诊断方法；应急处理方案

引言：在工业生产与工程建设领域，机电设备是核心支撑，其电气系统的安全稳定运行至关重要。随着机电设备向大型化、复杂化、智能化发展，电气系统受多种因素影响，短路、漏电等故障难以避免，且故障突发性强、隐蔽性高。一旦处置不当，不仅会威胁人员生命与财产安全，还会造成生产中断、运维成本增加等后果。因此，深入探究机电设备电气安全故障诊断与应急处理，精准识别故障类型、遵循科学诊断原则、运用有效诊断方法、制定合理应急处理方案，成为保障设备稳定运行、提升企业竞争力的关键所在。

## 1 机电设备电气安全故障诊断与应急处理的重要性

机电设备是工业生产、工程建设等领域的核心支撑，其运行稳定性直接决定生产效率与作业连续性，而电气系统作为机电设备的动力供给与控制核心，其安全状态是设备整体安全运行的首要前提。随着机电设备向大型化、复杂化、智能化升级，电气系统的线路布局、元件构成愈发复杂，在长期运行中，受元件老化、线路磨损、负载波动、环境侵蚀等多重因素影响，短路、漏电等电气安全故障难以完全规避，且故障具有突发性强、隐蔽性高、扩散速度快等特点，一旦处置不当，将引发连锁反应。

开展科学有效的机电设备电气安全故障诊断与应急处理工作，具有至关重要的现实意义，主要体现在以下核心维度：一是保障人员生命与财产安全。电气安全故障是引发触电、火灾等恶性事故的主要诱因，可能直接威胁操作人员生命健康，同时造成设备损毁、生产设施破坏等重大财产损失。通过精准的故障诊断可快速定位隐患根源，规范的应急处理能及时控制故障态势，从源头降低事故发生风险，为人员与财产安全筑牢防线。二是维护生产运行连续性。在连续化生产场景中，机电设备停机将直接导致生产中断，而电气安全故障是引发停

机的主要原因之一。高效的诊断与应急处理能够最大限度缩短故障处置周期，推动设备快速恢复正常运行，减少因停机造成的生产效率损耗与经济损失，保障生产计划顺利推进。三是提升设备运维管理效能。故障诊断与应急处理的过程，也是梳理电气系统薄弱环节、积累运维经验的过程。通过对故障成因的深度剖析，可优化日常维护策略，提前排查潜在隐患，推动运维模式从“事后修复”向“事前预防”转变，降低故障复发概率，提升设备全生命周期运维管理的科学性与前瞻性<sup>[1]</sup>。

此外，优质的电气安全故障诊断与应急处理能力，也是提升设备运行可靠性与运营效益的重要支撑。在工业化生产竞争日益激烈的背景下，设备运行稳定性直接关乎企业核心竞争力，而精准高效的故障诊断与应急处理，能够为机电设备稳定运行提供坚实保障，助力企业降低运维成本、提升生产效率，增强市场竞争优势。因此，强化机电设备电气安全故障诊断与应急处理能力建设，深入研究相关技术方法与处置方案，具有极强的现实必要性。

## 2 机电设备电气安全故障的常见类型与诊断原则

### 2.1 常见电气安全故障类型

结合机电设备电气系统的运行特性，常见电气安全故障主要分为四类：（1）短路故障，多由线路绝缘层破损、元件引脚短接、异物侵入等因素导致，表现为电流骤增、局部过热，易引发火灾风险；（2）漏电故障，源于绝缘材料老化、线路破损、设备受潮等，表现为设备外壳带电、漏电流超标，直接威胁操作人员安全；（3）过载故障，因负载超出设备额定容量、线路选型不当等导致，表现为电流持续超过额定值，易造成元件烧毁、线路损坏；（4）接触不良故障，由接头松动、氧化、腐蚀等因素引起，表现为接触电阻增大、局部发热、设备运行不稳定，易诱发其他电气故障。此外，还包括电源

故障、控制元件失效等其他类型故障，需根据具体症状精准识别。

## 2.2 电气安全故障诊断原则

电气安全故障诊断需遵循科学的原则，确保诊断过程安全高效、结果精准可靠，核心原则包括：（1）安全优先原则，诊断前需先切断设备电源，采取接地、绝缘等防护措施，避免带电操作引发安全事故；对于无法完全断电的关键设备，需采取带电防护措施并由专业人员操作。（2）先外后内原则，优先检查设备外部线路、接头、开关等易观察部位，再逐步拆解设备内部部件进行检测，减少对设备的非必要损坏，同时提升诊断效率。（3）先静态后动态原则，先在设备断电静态状态下进行电阻、绝缘等参数测量，再在通电动态状态下监测运行参数，避免动态测试过程中故障扩大。（4）先共性后个性原则，优先排查共性常见故障（如接触不良、电源异常），再针对设备特有结构或特殊工况排查个性故障，缩小诊断范围。（5）循序渐进原则，按照“观察症状-初步判断-精准检测-确认成因”的步骤逐步推进，避免盲目操作导致诊断失误<sup>[2]</sup>。

## 2.3 诊断前的准备工作

充分的准备工作是保障诊断工作顺利开展的基础，主要包括三个方面（1）资料收集，梳理设备电气原理图、说明书、历史故障记录等资料，明确电气系统结构、元件参数、正常运行指标等关键信息，为故障对比分析提供依据；（2）工具准备，配备绝缘万用表、示波器、钳形电流表、绝缘电阻表等专业诊断仪器，以及绝缘手套、绝缘鞋、验电器等安全防护用品，确保诊断工具与防护用品性能完好；（3）现场排查，对故障设备周边环境进行检查，清理现场杂物，排查是否存在环境因素（如潮湿、高温、粉尘）导致的故障，同时设置安全警示标识，禁止无关人员进入诊断区域。

## 3 机电设备电气安全故障的核心诊断方法

### 3.1 直观诊断法

直观诊断法是最基础的诊断方法，通过人体感官观察设备外观与运行状态，初步判断故障类型与大致位置，适用于简单故障的初步排查。其核心要点包括：（1）视觉观察，查看线路是否存在破损、老化、烧焦痕迹，元件是否有鼓包、变形、漏液现象，接头是否松动、氧化、发黑，指示灯显示是否正常；（2）听觉判断，在设备运行状态下聆听是否存在异常声响（如嗡嗡声、爆炸声、放电声），判断是否存在短路、元件卡滞等故障；（3）嗅觉识别，闻设备是否有烧焦味、异味，此类气味多由元件烧毁、线路过热导致，可初步判断故障区域；（4）触觉感

知，在断电并做好防护的前提下，触摸元件或线路接头，感受是否存在异常发热，判断是否存在过载、接触不良等故障。直观诊断法操作简便、无需复杂工具，但精度较低，需结合其他方法进一步确认。

### 3.2 仪器测量法

仪器测量法是精准诊断的核心方法，通过专业电气测量仪器检测电气参数，对比正常参数范围判断故障类型与位置，适用于各类复杂电气故障诊断。常用方法包括：（1）电阻测量法，采用万用表测量线路或元件的电阻值，若电阻值为零（短路）或无穷大（开路），则可判断对应部位存在故障；测量绝缘电阻时，采用绝缘电阻表检测线路或设备的绝缘性能，绝缘电阻过低则表明存在漏电隐患。（2）电压测量法，通过万用表或示波器测量电源电压、线路电压、元件两端电压，对比额定电压值，判断是否存在电源故障、电压异常跌落等问题，进而定位故障区域。（3）电流测量法，采用钳形电流表或串联电流表测量线路电流，若电流超出额定值则为过载故障，电流为零则可能存在开路故障，通过电流分布检测可精准定位故障支路。（4）波形测量法，采用示波器测量电气信号的波形，对比正常波形，判断控制信号、驱动信号是否正常，适用于控制回路故障的精准诊断。仪器测量法精度高、可靠性强，但需操作人员具备专业的仪器操作能力与参数分析能力<sup>[3]</sup>。

### 3.3 信号分析法

信号分析法是进阶诊断方法，通过采集电气系统的运行信号并进行深度分析，识别故障特征，适用于隐性故障、早期故障的诊断。核心要点包括：（1）信号采集，通过传感器或数据采集设备收集电气系统的电压、电流、功率等运行信号，以及振动、温度等辅助信号，确保信号采集的实时性与完整性；（2）信号预处理，通过滤波、降噪、信号放大等技术优化信号质量，剔除干扰信号，保留有效故障特征信号；（3）特征提取与分析，采用时域分析、频域分析等方法提取信号的特征参数（如峰值、频率、相位），对比正常运行状态下的特征参数，识别异常特征；（4）故障识别，结合故障特征库，通过特征匹配判断故障类型与成因。信号分析法能够实现故障的早期预警与精准定位，尤其适用于大型复杂机电设备的电气故障诊断，但需依托专业的数据分析工具与算法模型。

## 4 机电设备电气安全故障的应急处理方案

### 4.1 故障应急响应与安全管控

机电设备电气安全故障应急响应的核心在于以最快速度控制风险，防止故障进一步恶化与扩散，主要涵盖

三个紧密衔接的环节。(1) 紧急停机与隔离。一旦发现电气安全故障, 操作人员需第一时间按下设备紧急停机按钮, 果断切断故障设备的电源总开关; 若故障情况严重, 必要时还应切断上级电源, 并在显著位置设置隔离标识, 杜绝无关人员误操作。对于伴有火灾、触电风险的故障, 要迅速组织疏散周边人员, 划定安全警戒区域, 确保人员生命安全。(2) 安全状态确认。运用验电器检测设备是否彻底断电, 利用接地电阻表检测接地系统是否正常, 全面排查现场操作环境的安全隐患; 若检测到存在残留电荷, 必须进行专业放电处理。(3) 故障初步评估。采用直观诊断法, 对故障类型、严重程度及潜在风险进行初步判断, 据此评估是否需要启动更高级别的应急响应, 并及时通知专业维修人员到场处置。

#### 4.2 分类型应急处置措施

针对不同类型的电气安全故障, 采取针对性的应急处置措施, 确保处置效果:(1) 短路故障处置, 立即切断电源, 排查短路点并清理故障异物, 检查线路绝缘层破损情况, 更换破损线路或元件, 检测确认无短路后, 方可恢复供电; 若发生火灾, 需先使用干粉灭火器或二氧化碳灭火器灭火, 严禁用水灭火。(2) 漏电故障处置, 切断电源后, 检查线路绝缘情况、设备受潮情况, 更换老化破损线路, 对受潮设备进行干燥处理, 重新检测绝缘电阻合格后, 方可恢复运行; 同时检查接地保护系统是否正常, 确保接地可靠。(3) 过载故障处置, 立即切断电源, 停止部分负载或更换适配的线路与元件, 检查负载分配情况, 重新规划负载运行方案, 确保负载不超过设备额定容量, 检测电流正常后恢复供电。(4) 接触不良故障处置, 切断电源后, 清理接头氧化层、腐蚀层, 重新紧固接头, 更换损坏的接头部件, 检测接触电阻合格后, 恢复设备运行。各类故障处置完成后, 需进行试运行测试, 确认故障完全消除。

#### 4.3 后续管控与恢复措施

故障应急处置完成后, 需开展后续管控工作, 防止

故障复发, 确保设备稳定运行:(1) 故障复盘分析, 详细记录故障发生时间、症状、诊断过程、处置措施及结果, 分析故障产生的根本原因, 总结诊断与处置过程中的经验教训, 优化设备运行与维护策略。(2) 设备全面检测, 对故障设备及相关联电气系统进行全面检测, 排查潜在故障隐患, 及时修复薄弱环节, 提升设备运行可靠性。(3) 运行监测, 恢复设备运行后, 加强对设备电气参数、运行状态的实时监测, 设置异常预警机制, 及时发现并处理新的故障隐患。(4) 维护强化, 针对故障成因, 优化设备维护计划, 加强对易损元件、关键线路的定期检查与维护, 提升设备维护的针对性与有效性<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

机电设备电气安全故障诊断与应急处理是保障工业生产安全、稳定、高效运行的关键环节。通过科学诊断, 可精准定位故障根源; 而有效的应急处理则能及时控制风险、降低损失。从常见故障类型与诊断原则的明确, 到核心诊断方法的运用, 再到应急处理方案的制定与实施, 每一步都紧密相连、不可或缺。后续的故障复盘、全面检测、运行监测与维护强化, 更为设备稳定运行筑牢了坚实防线。未来, 随着技术不断进步, 我们需持续优化诊断与应急处理能力, 以更好地应对复杂多变的电气安全挑战, 为企业生产安全与可持续发展提供有力保障。

#### 参考文献

- [1] 吴钦峰, 屠学林. 机电设备电气线路故障问题与优化措施分析[J]. 上海轻工业, 2023(5):165-167.
- [2] 黄诚壬. 机电一体化设备故障诊断系统设计与应用研究[J]. 中国设备工程, 2021, (24):191-192.
- [3] 孙亮亮. 机电设备维修中故障诊断技术的运用[J]. 科技资讯, 2021, 19(33):48-50.
- [4] 马海彬. 设备电气故障诊断与维修探讨[J]. 中国设备工程, 2021, (19):54-56.