

浅析机电设备电气故障检测及检修方法

刘春林

(中钢集团山东矿业有限公司, 山东 临沂 277700)

【摘要】随着设备使用年限的增长, 机电设备电气就会产生故障, 导致机电设备电气运行效率下降。所以, 如何精确识别机电设备电气故障发生位置, 采用何种检修方法排除故障是需要重点研究的一项内容。本文分析机电设备电气故障的类型, 提出机电设备电气故障检测方法, 同时对机电设备电气故障检修要点探究, 希望能给相关机电设备电气设备维修工作人员提供参考。

【关键词】机电设备; 电气故障; 故障检测; 检修方法

引言

随着现代工业技术的飞速发展, 机电设备在各个行业中扮演着非常重要的角色。其电气系统的稳定运行直接关系到生产效率、产品质量及企业经济效益。因此, 机电设备电气故障的检测与检修, 成为了工业维护领域需要深入考虑的一项内容。

一、机电设备电气故障的类型

机电设备电气故障的种类繁多且复杂, 主要分为以下几大类: 一是电源故障, 包括电压不稳、缺相、短路或断路等, 这些问题都会直接影响设备的正常启动和运行, 严重时甚至可能对设备元件造成损坏, 或者引起火灾。二是控制电路故障, 涉及可能导致设备不能按预设程序进行动作, 而影响生产效率和产品质量, 进而导致接触器、继电器、PLC等控制元件的故障或错误动作。三是会直接影响电动机输出功率和稳定性, 进而影响整个机电系统的运行, 导致电动机及其驱动系统故障, 如电动机过热、轴承损坏、绕组短路或开路等。四是传感器和信号传输故障, 传感器作为系统感知外界变化的“眼睛”, 在信号传输过程中出现故障或干扰、失真等情况, 会导致系统对信息接收和处理不准确, 从而对设备的自动化控制造成影响。第五, 软件和通讯故障随着智能技术的发展, 很多机电设备都安装了复杂的软件系统, 软件的BUG, 通讯协议的不匹配或者网络的故障, 都有可能造成设备的不正常运行或者停止工作^[1]。

二、机电设备电气故障的检修原则

第一, 检修前一定要保证设备已断电, 防止触电或机械伤人事故的发生, 一定要做好必要的安全防护措施。二是要坚持先易后难、先外后内的原则, 从易检易修的部位做起, 循序渐进地做深做透, 避免因盲目拆装而造成故障扩大或产生新的故障。同时, 充分利用故障现象、报警信息、历史记

录等资料进行综合分析, 对故障源进行快速定位, 提高了维护效率, 也为维护安全提供了有力保障。三是更换疑似故障元件或隔离部分电路, 缩小故障范围, 对故障点进行验证, 注重替换法与隔离法的应用。四是在检修完毕后, 为保证设备恢复正常运行, 总结经验教训, 为以后的检修工作提供借鉴, 进行全面的测试和性能评估。

三、机电设备电气故障的检测方法

(一) 电阻测量法

1. 分阶电阻测量法。在机电设备电气故障检修中, 特别是检测控制电路中的故障点时, 分阶电阻测量法是一种常用的技术方法。该方法的核心在于对故障位置进行定位, 通过对电路各点间的电阻值进行逐级测量。在具体操作时, 首先需要选择正确的电阻档, 并且要保证正确地调零了测量装置(例如万用表), 然后断开电源开关, 保证电路处于安全状态, 然后在控制电路的一端(如0号线端)固定接触一只万用表的表笔, 另一只则对其他线号点之间的电阻值逐次进行测量。测量时需注意观察电阻值的变化, 当发现某相邻两阶的电阻值(如接近无限大)出现异常增大时, 初步判断该跨接点为故障点。

2. 分段电阻测量方法。分段电阻测量法是一种特别适用于复杂电路系统故障定位的高效、精确的机电设备电气故障检修技术手段。此方法以电阻测量原理为基础, 通过将整个电路系统分成若干相对独立的段落, 对这些段落之间的电阻值进行逐一测量, 使故障范围逐步缩小。技术人员在实际操作中会根据设计图纸或电路的经验判断, 对分段点位进行合理选择, 以保证各段落内部各部件及衔接关系比较简单清晰。然后在电路断电、安全措施到位的前提下, 利用万用表等电阻测量工具依次对各段落间的电阻值进行测量。各段落之间的电阻值, 正常情况下要达到设计要求,

或者保持在某一区间内；并且当发现某一段落出现了异常的间电阻值（如过大、过小或不稳定）时，可以对该段出现故障进行初步判断^[2]。

（二）电压测定法

1. 电压分阶测量法。电压分阶测量法是利用万用表等电压测量工具，通过对电路各点间的电压值进行逐级测量，定位故障位置，在机电设备电气故障检修中广泛应用的一种技术手段。检修人员在具体操作时，会先将万用表转换开关放置在电压适宜的档位上，一般是根据电源种类、控制电路的电压值来决定的。然后在控制电路的一端（一般是公用或参考点）固定一只万用表的表笔，另一只表笔在别的点和这个点的电压之间逐次测量。在测量过程中，如果某一相邻两阶之间的电压值突然为零或远远低于正常值，那么很有可能表明这两个点之间出现了断路等故障，或者是接触不良。

2. 电压分段测量法。作为电气故障检修中的一项关键技术，电压分阶测量法通过对电路各点间电压数值的细致测量，为故障定位提供了强有力的保障。在使用这种方法时，技术人员首先需要确保万用表已被设定为电压测量的合适档位，并与确保测量结果准确无误的稳定电源连接。接着，电路中已知的电压基准点（如电源正极或负极）固定一支万用表的表笔，另一支则与电路中的其他节点逐个接触，进行电压分阶测量。技术人员在测量过程中，需要密切关注电压值的变化趋势，一般情况下，电压值应随着测量点的推进而呈现持续平稳的变化。但当发现某两点间的电压值出现异常时，可以初步判断该区域可能出现断路、短路或接触不良等故障，例如突然下降为零、急剧上升或波动不稳定等^[3]。

（三）短接测量法

短接测量法是为了模拟正常电路的通路状态，直接将电路中疑似断路的部分，用一根绝缘良好的导线作为短接工具临时连接起来，从而观察电路是否因此而恢复正常功能。检修人员在执行过程中，首先要保证设备已断电，为确保人身安全，必须穿戴绝缘防护器材。随后选定疑似断路区域，根据电路图或经验判断，逐个做短距离测试。每隔一段距离，就需要观察指示灯是否亮起、马达是否启动等电路的反应情况，从而判断这一区域有没有断路。

四、机电设备电气故障的检测程序

（一）对照机电设备电气系统结构图

第一，对电气系统结构图进行深入的研究和理解，对设备的关键信息如电气布局、部件连接、信号流向、控制逻辑等进行了详细的描述。检修人员

将这些理论知识与实际操作中出现的故障现象结合起来，就能很快把排查故障的清晰思路搭建起来。

第二，检修人员在实际检测时，对图中各部件与实际设备中各部件的位置进行逐一比对，手持电气系统结构图，对连接线路的完整性和正确性进行确认。一旦发现部件缺失、线路断裂或连接错误等不相符的地方，就可以作为一个潜在的故障点进行初步判断。第三，结合设备不能启动、运行异常或报警提示等故障现象的具体表现，检修人员将对有关信号路径和控制逻辑在结构图中进行进一步追溯，对故障可能产生的原因和影响范围进行分析。

（二）了解机电设备运行状况并分析电器故障原因

第一，通过全面而细致的巡检，运用红外测温仪、万用表等专业工具对设备的电气系统进行初步排查，可以直观了解设备的运行温度、电流电压等关键参数是否处于正常范围，这是评估设备健康状态的基础。同时，观察设备的指示灯状态、听取电机运行声音等，也是判断设备是否存在潜在电气问题的重要手段。第二，利用故障诊断技术，如PLC（可编程逻辑控制器）编程诊断、振动分析、绝缘电阻测试等，深入分析设备内部电气元件的工作状态及相互间的逻辑关系。这些技术能够精确定位故障点，无论是由于接触器老化导致的接触不良、电机绕组短路或开路、还是控制电路中的继电器误动作等电气故障，都能通过科学的方法逐一排查。第三，设备的设计缺陷、使用环境（如温度、湿度、灰尘等）、操作不当、保养不足以及元器件的自然老化等因素，都需要在分析电器故障原因时综合考虑。如长期运行在高温高湿环境中的设备，其电气元件易发生短路或绝缘失效，从而引起潮湿和腐蚀；而经常起停或超负荷使用，可能会使马达轴承磨损加速，使马达性能受到影响，最终引起电器故障^[4]。

（三）确定电气故障的发生范围

第一，检修人员需要利用万用表等工具，通过对设备外部有无明显烧焦痕迹、有无异味或声响异常、关键电气部件的电压、电流、电阻值等进行细致观察和初步检测，作为初步判断的依据。这些步骤可以使故障可能出现的区域迅速缩小，并将重点放在某几个具体的电路或部件上。第二，结合故障诊断技术对复杂系统进行深层次的分析。借助PLC编程诊断功能，对程序的运行逻辑和输入输出状态等进行监测，从而能够精确定位故障程序段或模块。同时，结合振动分析技术对电机及传动部件的异常振动进行有目的性的分析，对电气驱动系统的问题

进行间接性的判断。再者进行绝缘电阻的测试对电缆绕组等进行有目的性的检测，对潜在的短路或漏电隐患进行进一步的分析和判断。第三，分段隔离法是确定电气故障发生范围的常用策略，主要通过逐步断开或隔离设备中的各个部分来观察故障现象是否随之改变，从而逐步缩小故障范围。在确定电气故障发生范围的过程中，应充分考虑历史维修记录设备的运行环境和操作习惯等因素，这些记录能够提供重要的参考依据，用于分析和判断当前故障现象的发生范围。如历史故障数据能较好地反映当前故障现象的特征和发生概率，而运行环境和操作习惯可能会影响故障的具体表现形式^[5]。

五、机电设备电气故障的优化措施

（一）检查设备运行故障

某工厂生产线上的关键机电设备近期频繁出现电气故障，表现为电机过热、控制回路不稳定及PLC程序偶尔中断。第一，采用红外热成像技术扫描电机及周围电气元件，发现电机轴承区域温度异常偏高（达到120℃，远超正常运行的80℃），这提示可能存在轴承磨损或润滑不足的问题。第二，利用示波器监测控制回路的电压波形，发现波形存在畸变，且在某些特定时间段内电压波动较大（波动范围超过±10%，正常应保持在±5%以内），这指向了控制回路中可能存在接触不良或元件老化的问题。第三，通过PLC编程软件的诊断功能，深入分析了控制程序的执行日志，发现程序在特定逻辑判断处频繁报错，错误代码指向外部传感器信号不稳定（模拟信号波动范围在0-5V之间，但实际监测到波动范围扩大至0-7V），这影响了整个控制系统的稳定性。

（二）排除常见故障

某自动化生产线上的机电设备频繁遭遇电气故障，具体表现为电机启动困难、PLC控制回路通信中断以及接触器频繁跳闸。通过数据分析，第一，发现电机启动困难可能是由于电源电压不稳定，实际测量电源电压在启动瞬间波动至额定电压的85%（正常应为95%-105%），这要求在电源端增设稳压装置，并调整电机启动方式，如采用软启动器，以减少启动电流对电网的冲击。第二，针对PLC控制回路通信中断的问题，数据显示通信模块指示灯闪烁异常，通过更换备用通信模块并检查通信线缆连接，发现原通信线缆存在轻微破损，导致信号衰减和干扰增加。因此，更换了通信线缆，并采用了带屏蔽层的优质电缆，同时在PLC端增加了信号增强器，有效提升了通信稳定性和抗干扰能力。第三，接触器频繁跳闸的现象，数据显示跳闸时接触器线圈电流

异常增大，远超额定值。深入分析后发现，这是由于接触器触点接触不良，导致接触电阻增大，进而在通电时产生大量热量，引发过热保护动作。

（三）改进电路保护

在改进电路保护过程中，需按照如下要求进行。第一，优化保护参数设置。根据机电设备的实际运行参数和负载特性，精确计算并设定过载保护、短路保护及欠压/过压保护的阈值，确保在设备遇到异常情况时，保护装置能够迅速而准确地响应，避免故障扩大。第二，升级保护元件与装置。选用高质量、高可靠性的保护元件，如快速熔断器、智能断路器及高性能的继电保护器等，替换老旧或性能不佳的元件。这些新型保护元件具有更快的响应速度、更高的精度和更强的抗干扰能力，能够更有效地保护电路免受损害。第三，加大保护系统的监控和诊断能力，引进集成传感器数据采集模块智能分析软件等技术手段，对电路保护系统的运行状态和性能参数等进行实时监测分析，做到一旦发现异常或潜在故障风险，马上预警并进行诊断分析，及时为维修人员提供准确的故障信息及处理建议，防患于未然。

六、结语

综上所述，机电设备电气故障的探测与修复是复杂而又精密的过程。技术工人不仅要掌握牢固的电气理论知识和丰富的实战经验外，对当前比较先进的探测手段也要做到心中有数并融会贯通运用起来，再者要能运用科学的检修方法综合起来进行故障定位，并要能针对具体故障在有目的的检修，使设备能够恢复正常运转。

参考文献：

- [1]陶涛.机电设备电气故障检测方法分析[J].电气传动自动化, 2023, 45 (06) : 58-61.
- [2]郑浩, 练红刚.机电设备电气故障检测方法分析[J].中国设备工程, 2022, (04) : 167-168.
- [3]郭朝江.关于机电设备电气故障检测及检修方法的思考[J].设备管理与维修, 2020, (22) : 60-61.
- [4]詹衡.电气设备故障诊断与检修问题探讨[J].机电工程技术, 2019, 48 (09) : 268-270.
- [5]张静, 王彦光, 孙海龙, 等.机电设备电气线路的故障检测与改进措施[J].技术与市场, 2018, 25 (06) : 185.

作者简介：

刘春林（1990.04—），男，汉，籍贯山东省兰陵县，无职称，研究方向：电气自动化。