

变频器过电压故障分析

陈志宏

迪庆有色金属有限责任公司 云南 香格里拉 674400

摘要:变频器过电压故障可能由外部和内部原因引起。外部原因包括电源电压突变、短路故障和接地故障;内部原因则涉及控制回路故障、电容器故障和隔离器故障。为处理这些故障,可安装稳定的电源供应系统、定期检查电气设备,增加过电压保护装置,并定期维护和更换关键部件。这些措施能有效减少过电压故障的发生,确保变频器的安全运行。

关键词:变频器;过电压故障;短路故障;接地故障;处理方法

引言

变频器是电力传动系统的核心设备,其稳定工作对于生产效率和设备安全具有重大意义。然而,过电压故障频发,成为影响变频器运行稳定性的重要因素。该故障可能源于复杂的内外因素。本文旨在深入剖析变频器过电压故障的原因,并探讨有效的处理方法,旨在为技术人员提供实用的参考,助力解决变频器过电压故障问题,确保电力传动系统的稳定运行。

1 变频器过电压故障的原因

1.1 外部原因

(1) 电源电压突变

电源电压突变是变频器过电压故障的常见原因之一。当电源电压突然升高或降低时,变频器的直流母线电压可能随之波动,进而超过其规定值。这种情况可能由以下因素引起:1) 电网电压波动:电网电压的不稳定可能导致电源电压的突变。电网中的大型负载启动或停止时,可能瞬间吸收或释放大​​量电能,从而引起电网电压的波动。此外,电网的负载不平衡、线路电阻变化以及无功功率的补偿不足等因素,也可能导致电网电压的不稳定。2) 雷击或雷电感应:雷电活动可能通过电网或线路对变频器产生感应过电压。当雷击中电网附近的物体时,可能产生强烈的电磁场,进而在电网或线路上产生感应电动势,导致电源电压的突变。雷电感应过电压的幅值可能很大,且持续时间短,对变频器的安全运行构成严重威胁。3) 线路接触不良:电源线路中的接触不良可能导致电压波动。线路接头松动、氧化或腐蚀等现象,都可能导致接触不良。当接触不良发生时,线路中的电阻可能增大,电流减小,从而导致电压的降低。同时,接触不良还可能导致线路中的电弧放电,产生高频噪声和电磁干扰,进一步影响变频器的正常工作。

(2) 短路故障

短路故障是指变频器输入或输出端发生短路,导致电流异常增大,进而引起过电压故障。短路故障可能由以下因素引起:1) 长时间使用的线路可能因老化或破损而发生短路。线路的老化主要表现为绝缘层的破裂、脱落以及导线的断裂等。当线路老化严重时,可能导致导线之间或导线与地之间的短路。此外,线路在运输、安装和使用过程中,也可能因机械损伤、振动、腐蚀等原因而破损,进而引发短路故障。2) 错误的接线方式可能导致线路短路。例如,将不同电压等级的线路接在一起,或未按照规定的接线方式连接线路,都可能导致短路故障的发生。接线错误还可能引起线路中的电流过大,导致导线过热、绝缘层损坏以及火灾等严重后果。3) 设备故障:与变频器相连的电气设备可能发生故障,导致短路。例如,电动机绕组短路或绝缘损坏可能导致短路故障。电动机绕组短路时,电流将绕过绕组中的绝缘层,直接通过导线之间或导线与地之间的短路点流动,导致电流异常增大。同时,短路故障还可能引起电动机的过热、振动和噪声等问题,严重时可能导致电动机的损坏。

(3) 接地故障

接地故障是指变频器或与其相连的电气设备的接地系统出现问题,导致电压异常升高,进而引起过电压故障。接地故障可能由以下因素引起:1) 接地电阻过大:接地电阻过大可能导致接地系统无法有效泄放电流,进而引起电压升高^[1]。接地电阻的大小取决于土壤电阻率、接地体的形状和尺寸以及接地体与土壤之间的接触情况等因素。当接地电阻过大时,接地系统可能无法及时将电流泄放到大地中,导致电压的升高。2) 接地线路老化或破损:接地线路长时间使用可能因老化或破损而失去接地效果。接地线路的老化主要表现为绝缘层的破裂、脱落以及导线的断裂等。当接地线路老化严重时,可能

导致导线之间或导线与地之间的短路或断路,进而引发接地故障。此外,接地线路在运输、安装和使用过程中,也可能因机械损伤、振动、腐蚀等原因而破损,导致接地效果的降低。3) 接地方式不正确:错误的接地方式可能导致接地系统无法正常工作。例如,将保护接地与工作接地混接在一起,或未按照规定的接地方式连接接地线路,都可能导致接地故障的发生。保护接地主要用于防止电气设备的金属外壳带电,确保人身安全;而工作接地则用于保证电气设备的正常运行。将两者混接在一起,可能导致接地系统的混乱和失效。

1.2 内部原因

(1) 控制回路故障

控制回路故障是指变频器内部的控制电路出现问题,导致无法正确控制变频器的运行,进而引起过电压故障。控制回路故障可能由以下因素引起:1) 元器件老化或损坏:长时间使用的元器件可能因老化或损坏而失去功能。例如,电容器、电阻器等元器件可能因长时间工作而性能下降或失效。电容器的容量可能逐渐减小,导致滤波效果降低;电阻器的阻值可能发生变化,导致电流控制不准确。这些元器件的失效可能导致控制回路的异常运行,进而引发过电压故障。2) 控制回路设计缺陷:控制回路的设计可能存在缺陷,导致在某些情况下无法正常工作。例如,控制回路中的保护电路可能无法及时响应过电压故障,导致故障扩大。此外,控制回路中的信号传输线路可能存在干扰或噪声,导致控制信号的失真或误判。这些问题都可能导致控制回路的异常运行,进而引发过电压故障。3) 外部干扰:外部电磁干扰可能干扰控制回路的正常工作。例如,高频噪声可能干扰控制信号的传输,导致控制回路无法正确响应。外部干扰可能来自电网、电动机、其他电气设备以及无线电通信设备等。这些干扰源可能产生强烈的电磁场,对控制回路中的电路和元器件产生干扰和破坏作用。

(2) 电容器故障

电容器是变频器内部的重要元件之一,用于储存电能和滤波。当电容器出现故障时,可能导致变频器的直流母线电压异常升高,进而引起过电压故障。电容器故障可能由以下因素引起:1) 电容器老化:长时间使用的电容器可能因老化而失去储能能力。电容器的容量可能逐渐减小,导致无法有效滤波和储存电能。电容器的老化主要表现为电容值的下降、内阻的增大以及泄漏电流的增加等。当电容器老化严重时,可能无法承受实际工作中的电压和电流冲击,导致过电压故障的发生。2) 电容器损坏:电容器可能因过压、过流或过热等原因而损

坏。损坏的电容器可能无法正常工作,甚至可能导致短路或漏电等故障。电容器的损坏可能表现为外壳破裂、电解液泄漏、内部短路以及电容量急剧下降等。这些故障都可能导致变频器的直流母线电压异常升高,进而引发过电压故障。3) 电容器选型不当:在变频器设计时,如果电容器的选型不当,可能导致其无法适应实际工作条件。例如,选用的电容器容量过小或耐压等级不足,可能无法承受实际工作中的电压和电流冲击。此外,电容器的类型、结构以及安装方式等也可能影响其在变频器中的性能。因此,在选型时需要根据变频器的实际工作条件进行综合考虑和选择^[2]。

(3) 隔离器故障

隔离器是变频器内部用于隔离输入和输出电路的元件。当隔离器出现故障时,可能导致输入和输出电路之间的隔离失效,进而引起过电压故障。隔离器故障可能由以下因素引起:1) 隔离器老化:长时间使用的隔离器可能因老化而失去隔离效果。隔离器的绝缘性能可能逐渐下降,导致无法有效隔离输入和输出电路。隔离器的老化主要表现为绝缘电阻的降低、泄漏电流的增加以及机械强度的下降等。当隔离器老化严重时,可能无法承受实际工作中的电压和电流冲击,导致隔离失效和过电压故障的发生。2) 隔离器损坏:隔离器可能因过压、过流或过热等原因而损坏。损坏的隔离器可能无法正常工作,甚至可能导致短路或漏电等故障。隔离器的损坏可能表现为外壳破裂、触点熔焊、绝缘层烧焦以及内部短路等。这些故障都可能导致输入和输出电路之间的隔离失效,进而引发过电压故障。3) 隔离器选型不当:在变频器设计时,如果隔离器的选型不当,可能导致其无法适应实际工作条件。例如,选用的隔离器耐压等级不足或额定电流过小,可能无法承受实际工作中的电压和电流冲击。此外,隔离器的类型、结构以及安装方式等也可能影响其在变频器中的性能。因此,在选型时需要根据变频器的实际工作条件和要求进行综合考虑和选择。

2 变频器过电压故障的处理方法

2.1 外部原因的处理方法

(1) 安装稳定的电源供应系统。1) 选择适宜的电源供应系统:稳定的电源供应系统是预防变频器过电压故障的第一道防线。在选择电源供应系统时,需综合考虑变频器的额定功率、输入电压范围、谐波抑制能力等因素。对于大功率变频器,建议采用专用变压器供电,以减少电网波动对变频器的影响。同时,应考虑安装无功功率补偿装置,以提高电网的功率因数,减少谐波污染。2) 正确安装与维护:安装电源供应系统时,应严格

按照制造商提供的安装指南进行操作,确保电气连接牢固、接地可靠。接地系统的良好状态对于防止过电压至关重要,因为良好的接地可以有效泄放雷电、操作过电压等外部干扰。此外,定期对电源供应系统进行预防性维护,如检查接线端子是否松动、清洁散热器等,可以有效延长其使用寿命,减少故障发生。3) 监测与预警: 安装电压监测装置,实时监测电源电压波动情况,设置合理的阈值报警,一旦发现电压异常,立即采取措施,如切换备用电源,避免过电压对变频器造成损害。(2) 定期检查电气设备。电气设备的健康状态直接关系到整个电气系统的安全稳定运行。通过定期的检查和维护,可以有效预防短路、接地故障等引起的过电压问题。1) 线路连接检查: 重点检查电气设备的进出线连接是否牢固,特别是大电流回路,防止因接触不良导致的过热和电弧放电现象。对于老化、破损的线路,应及时更换,避免短路风险。2) 绝缘性能测试: 利用绝缘电阻测试仪定期对电气设备的绝缘电阻进行测量,确保其在规定范围内。绝缘性能下降是设备老化的重要标志,及时维修或更换绝缘性能不佳的设备,可以有效防止漏电和短路故障。3) 接地系统检查: 接地系统的有效性直接关系到电气安全。应定期检查接地电阻值,确保其在规定范围内,同时检查接地线路是否完好,无老化、断裂现象。对于接地不良的设备,应立即采取措施进行整改。

2.2 内部原因的处理方法

(1) 增加过电压保护装置。在变频器内部增设过电压保护装置,是应对控制回路故障、电容器老化等内部因素引起的过电压问题的有效手段。1) 选择合适的保护装置: 根据变频器的额定电压、工作频率以及可能的过电压类型(如瞬态过电压、操作过电压),选择合适的过电压保护装置,如压敏电阻(MOV)、气体放电管(GDT)或半导体放电装置(SIDAC)。2) 正确安装与连接: 严格按照保护装置的安装指南进行安装,确保其与变频器的连接牢固可靠,避免接触不良导致的保护失效。同时,注意保护装置与变频器之间的电气隔离,防止相互干扰。3) 定期检测与维护: 定期对过电压保护

装置进行检测,确保其性能正常,特别是对其响应时间和动作电压的校验,及时发现并更换性能下降的保护装置。(2) 定期维护和更换关键部件^[3]。变频器中的电容器、隔离器等关键部件,随着使用时间的增长,性能会逐渐下降,甚至出现故障。定期对这些关键部件进行维护和更换,是预防过电压故障的重要措施。1) 电容器维护: 电容器是变频器中容易老化的部件之一。定期检查电容器的外观,观察是否有变形、膨胀或泄漏现象。使用电容器测试仪对电容器的容量和漏电流进行测量,确保其在规定范围内。对于性能下降或损坏的电容器,应及时更换,避免电容器故障引起的过电压。2) 隔离器检查: 隔离器用于隔离变频器与电网之间的电气连接,防止电网故障对变频器造成损害。定期检查隔离器的外观和绝缘性能,确保其处于良好状态。对于绝缘性能下降或损坏的隔离器,应及时更换,防止因隔离不良导致的过电压事故。3) 清洁保养: 定期对变频器进行清洁和保养,去除灰尘和污垢,保持设备内部清洁干燥。使用合适的清洁剂和工具进行清洁,避免使用腐蚀性或易燃易爆的清洁剂。对于变频器内部的散热器和风扇等部件,应定期清理和更换,确保散热效果良好,防止因过热引起的故障。

结束语

综上所述,应对变频器过电压故障需全面考量,从内外因素入手,采取针对性措施。加强设备维护、优化电气设计、提升操作人员技能等举措,均为有效手段。通过实施这些措施,能显著降低过电压故障率,确保变频器运行稳定可靠。未来,我们需持续探索更高效的处理方法,为电力传动系统的安全高效运行贡献力量。

参考文献

- [1] 姬文斌. 变频器过电压故障分析及处理研究[J]. 通信电源技术, 2019, 36(06): 72-73.
- [2] 任帅民. 变频器过电压故障分析处理探讨[J]. 石化技术, 2019, 26(06): 351-352.
- [3] 乔宏琦, 吕艳秋, 李猛. 变频器过电压故障分析及处理与防护研究[J]. 科技创新与应用, 2019(03): 132-133.