

电动单梁起重机失压保护电气设计改进

屠友松 蒋文奇 陆泓吉 胡晓天 罗旭峰
宁波市特种设备检验研究院 浙江 宁波 315000

摘要: 本文旨在探讨电动单梁起重机失压保护电气设计的改进方案。针对现有设计中保护可靠性不足、恢复供电后操作不便以及缺乏针对不同运行状态的保护策略等问题,提出采用智能控制器实现精准控制、增设电压监测与反馈系统、设计差异化保护策略以及优化启动流程等改进措施。通过理论分析与实践验证,这些改进方案显著提升起重机的安全性和运行效率,降低维护成本和生产风险,为电动单梁起重机的电气设计提供新的思路和方法。

关键词: 电动单梁起重机; 失压保护; 失压保护

引言: 电动单梁起重机作为现代工业生产中的重要设备,其电气系统的稳定性和可靠性直接关系到生产效率和安全性。现有的失压保护电气设计存在诸多不足,如保护动作不灵敏、恢复供电后操作繁琐以及缺乏针对不同运行状态的差异化保护等。这些问题不仅影响起重机的正常运行,还增加安全隐患。因此对电动单梁起重机失压保护电气设计进行改进,具有重要的现实意义和应用价值。

1 电动单梁起重机概述

电动单梁起重机是一种轻小起重设备,广泛应用于多个领域,电动单梁起重机主要在工字钢轨道上运行,通过电动机带动齿轮、齿条等传动装置实现货物的升降和移动。它利用机械的原理来增加人力的力量,以实现大量货物的搬运。该设备通常由梁、行走机构、升降机构、电动机和控制系统等部分组成。其中,梁是起重机的主要承重部分,由钢板制成,具有足够的强度和刚度;行走机构包括驱动装置和行走轮,用于起重机在工作区之间的行走;升降机构由起升电机、卷筒、钢丝绳等组成,用于货物的升降作业;电动机是起重机的动力源,一般采用三相感应电动机;控制系统由主操纵台、操作按钮、电气元件等组成,用于控制起重机的动作。在操作电动单梁起重机时,首先将起重钩吊起到所需高度,然后通过控制按钮来控制起升机构的动作,实现货物的升降。同时起重机可以根据需要进行横向移动,由电动机带动行走轮,使起重机沿轨道移动到目标位置。电动单梁起重机通常不适合在爆炸性气体、可燃性粉尘、腐蚀性气体的环境中使用,也不适合用于升降和熔化作业^[1]。电动单梁起重机具有经济实用的特点,其额定载荷理论上可达20吨甚至32吨,但常用的额定载荷大多在3吨到16吨之间,适用于一般用途,如起重机械、加工件、钢管、毛坯、模具等的搬运,它还具有重量轻、结

构简单、组装、拆卸和维护相对简单的优点。然而,与双梁起重机相比,单梁起重机的稳定性较低,起重能力较小,工作水平也相对较低。电动单梁起重机在工业生产、建筑施工、仓储物流、海上作业、应急救援以及军事应用等多个领域中都有着广泛的应用。例如,在工业生产线上,电动单梁起重机可用于吊运物料、工件等重物;在建筑工地上,它常用于吊运建筑材料、设备等重物,提高施工效率和质量;在仓库和物流中心,它则用于货物的垂直运输,节省人力和时间成本。

2 失压故障对电动单梁起重机的影响

2.1 对起重机运行安全的影响

失压故障对电动单梁起重机的运行安全构成直接威胁。当起重机遭遇失压情况,即电源电压突然降低或完全丧失时,起重机的所有电机驱动装置将停止工作,包括行走机构和升降机构。这意味着正在进行的吊装作业将突然中断,可能导致悬挂的货物失控下落,造成设备损坏、人员伤害甚至更严重的安全事故,突然的失压还可能引发电气系统的异常,如接触器、继电器等电气元件的非正常动作,进一步增加起重机运行中的不确定性和风险。因此失压故障会严重影响起重机的运行安全,必须采取有效措施进行预防和处理。

2.2 对起重机设备寿命的影响

失压故障同样对电动单梁起重机的设备寿命产生不利影响。在失压发生时,电机可能会因突然的电压变化而受到冲击,导致绕组绝缘老化加速,增加电机故障的风险。由于失压引起的非预期停机,可能使起重机处于非正常工作状态,如悬挂的负载长时间未释放,可能引起机械结构的疲劳和变形,如钢丝绳磨损加剧、滑轮轴承损坏等。频繁的失压故障还可能导致电气系统元件(如断路器、接触器)的频繁开合,加速其磨损和老化,缩短使用寿命。失压故障不仅影响起重机的即时运

行效率，还从长远角度损害设备的整体寿命和可靠性。

3 现有失压保护电气设计存在问题

3.1 保护可靠性不足

现有的电动单梁起重机失压保护电气设计在保护可靠性方面存在明显不足。部分设计采用的失压保护元件（如欠压继电器）可能因选型不当或老化，导致其对电压波动的敏感度和响应速度不够理想。在电源电压轻微下降或瞬间波动时，这些元件可能无法准确识别并触发保护动作，从而无法有效防止起重机在电压不足的情况下继续运行，增加了设备受损和安全事故的风险。一些设计在失压保护逻辑上存在缺陷，如未充分考虑起重机运行过程中的各种异常情况，如重载启动、频繁启停等，这些都可能造成失压保护误动作或失效，缺乏定期的维护和测试机制也是导致保护可靠性不足的一个重要原因。随着时间的推移，电气元件的性能会逐渐下降，而如果没有进行及时的检测和更换，失压保护系统的有效性将大打折扣^[2]。

3.2 缺乏智能化自动重启功能

当前电动单梁起重机的失压保护电气设计在智能化自动重启功能方面存在显著缺陷。当起重机因失压保护而停机后，一旦电源电压恢复正常，起重机无法自动进行重启或恢复操作，而是需要操作人员介入，手动执行一系列复杂的重启流程。这种缺乏智能化自动重启的设计，不仅增加了操作人员的劳动强度，还可能因为操作不及时或操作失误而导致生产中断时间延长，严重影响生产效率。特别是在一些高度自动化的生产线上，起重机的停机可能导致整个生产流程的停滞，而这种停滞对于生产效率和成本控制来说都是极为不利的；缺乏智能化自动重启功能还意味着起重机在恢复供电后无法迅速投入工作，对于应对突发事件和紧急生产任务来说，无疑是一个重大的瓶颈。这种设计的不足，使得起重机的运行效率受到了极大的限制，也增加了生产管理的复杂性和不确定性。

3.3 缺乏对不同运行状态的针对性保护

现有的电动单梁起重机失压保护电气设计在保护策略上缺乏对不同运行状态的针对性考虑。起重机在实际应用中，可能会面临多种运行状态，如空载运行、满载运行、快速移动、慢速定位等，每种状态对电压的敏感度和需求都有所不同。然而，当前的失压保护设计往往采用统一的保护标准，未能根据不同运行状态的特点进行灵活调整。例如，在满载运行时，起重机对电压的稳定性要求更高，一旦电压波动过大，可能导致电机过载或机械部件损坏；而在空载运行时，起重机对电压的

波动则相对不那么敏感。现有的失压保护设计并未能针对不同运行状态进行差异化的保护设置，导致在某些情况下保护动作过于频繁或过于保守，影响了起重机的正常运行和效率，对于起重机在特殊工况下的运行（如高温、潮湿环境），现有的失压保护设计也未能提供足够的针对性保护措施。

4 电动单梁起重机失压保护电气设计改进方案

4.1 采用智能控制器实现精准控制

针对电动单梁起重机失压保护电气设计的改进，首要考虑的是采用智能控制器来实现更为精准的控制。智能控制器以其强大的数据处理能力和自适应学习能力，能够显著提升失压保护的准确性和可靠性。通过集成先进的算法和传感器技术，智能控制器可以实时监测电源电压的变化，精确判断电压波动是否达到触发保护的阈值。与传统继电器或欠压继电器相比，智能控制器不仅能快速响应电压异常，还能根据电压波动的幅度和持续时间，自动调整保护动作的灵敏度，避免误动作或延迟动作的发生。智能控制器还具备故障自诊断功能，能够及时发现并报告电气系统中的潜在问题，如元件老化、线路接触不良等，为维修人员提供准确的故障信息，降低维修难度和成本。更重要的是，智能控制器支持远程监控和编程，这意味着操作人员和工程师可以通过网络远程访问起重机的电气系统，进行参数设置、状态监测和故障诊断，大大提高了工作效率和安全性^[3]。为了实现智能控制器的最佳效果，需要对其进行定制化设计，确保其与起重机的电气系统完美匹配。这包括选择合适的处理器、传感器和执行器，以及开发适合起重机运行特性的控制算法。还需考虑智能控制器的安装位置、散热条件以及与现有电气系统的兼容性等因素，确保改进方案的顺利实施。

4.2 增设电压监测与反馈系统

为了进一步提高电动单梁起重机失压保护的可靠性，建议在电气系统中增设电压监测与反馈系统。该系统由高精度电压传感器、数据采集模块和信号处理器组成，能够实时监测电源电压的波动情况，并将监测数据实时反馈给智能控制器。电压传感器应安装在起重机电气系统的关键位置，如主电源输入端、电机输入端等，以确保能够准确捕捉到电压变化的细节。数据采集模块负责将传感器采集到的电压信号转换为数字信号，并进行初步处理，如滤波、放大等，以提高数据的准确性和稳定性。信号处理器则负责将处理后的电压数据与预设的阈值进行比较，一旦检测到电压异常，立即触发保护动作，并通过通信接口将故障信息发送给智能控制器。

电压监测与反馈系统的引入,不仅提高了失压保护的精度和响应速度,还为起重机的运行维护提供重要的数据支持。通过分析电压监测数据,操作人员可以了解电气系统的运行状态,及时发现潜在的电压波动问题,并采取相应的预防措施,避免故障的发生。

4.3 设计针对不同运行状态的保护策略

电动单梁起重机在实际运行中,会面临多种不同的运行状态,如空载、满载、快速移动、慢速定位等。这些状态对电压的敏感度和需求各不相同,失压保护电气设计应针对不同运行状态制定差异化的保护策略。对于空载状态,由于起重机负载较轻,对电压的稳定性要求相对较低,可以适当放宽失压保护的阈值,以减少不必要的保护动作,提高起重机的运行效率。而对于满载状态,由于负载较重,对电压的稳定性要求更高,应设置更为严格的失压保护阈值,确保在电压波动过大时能够及时触发保护动作,防止设备损坏和事故的发生。针对起重机在快速移动和慢速定位时的不同需求,也应制定相应的保护策略。在快速移动时,由于起重机运动速度快,对电机的功率需求大,应加强对电压波动的监测,确保电机在稳定的电压下运行。而在慢速定位时,由于起重机运动速度慢,对电机的功率需求小,可以适当降低对电压稳定性的要求,以减少保护动作的频率。为了实现针对不同运行状态的保护策略,需要在智能控制器中设置多个保护参数,如电压阈值、保护时间等,并根据起重机的实际运行状态进行动态调整。同时还需对操作人员进行培训,使其了解不同运行状态下的保护策略,以便在紧急情况下能够正确应对。

4.4 优化恢复供电后的启动流程

在电动单梁起重机失压保护电气设计的改进中,优化恢复供电后的启动流程也是一项重要任务。现有的启动流程往往繁琐且耗时,不仅影响生产效率,还可能增加操作人员的负担和出错的可能性。因此需要通过改进设计,简化启动流程,提高操作便利性^[4]。首先,可以设计一种自动复位机制,当电源电压恢复正常后,智能控制器能够自动检测电气系统的状态,并尝试重启起重机。如果电气系统无异常,起重机将自动进入待机状

态,等待操作人员的指令。这种自动复位机制可以大大简化启动流程,减少操作人员的干预。其次,可以引入一种智能启动模式,根据起重机的运行状态和上一次停机的原因,自动选择最合适的启动方式。例如,如果起重机因失压而停机,智能控制器可以自动选择低电压启动模式,以减少对电网的冲击;如果起重机因故障而停机,智能控制器则可以选择安全启动模式,对电气系统进行全面的检查和测试,确保起重机在启动前处于安全状态。另外,还可以设计一种远程启动功能,允许操作人员在远离起重机的地方通过移动设备或电脑远程启动起重机。这种功能在紧急情况下尤为重要,可以迅速恢复起重机的运行,减少生产线的停机时间。为实现上述优化措施,需要对智能控制器进行定制化开发,确保其具备自动复位、智能启动和远程启动等功能。同时还需对操作人员进行培训,使其熟悉新的启动流程,并能够正确操作智能控制器,还需建立相应的监控和维护机制,定期对电气系统进行检查和测试,确保智能控制器的稳定性和可靠性。

结束语

通过本次对电动单梁起重机失压保护电气设计的改进研究,我们成功解决现有设计中的一系列问题,显著提升起重机的安全性和运行效率。这些改进不仅为企业的生产安全提供有力保障,还降低维护成本,提高整体经济效益。未来,将继续关注起重机电气系统的发展趋势,不断优化和完善设计方案,为推动工业生产的智能化、自动化发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]雷金柱.金庆好.杨孟虎.关于电动单梁起重机主梁的预制上拱度[J].起重运输机械,2020(15):98-100.
- [2]胡诚.鄢峰.黄元维.电动单梁起重机检验案例分析及对策[J].机电安全,2020(2):17-19.
- [3]雷绍群.电动单梁起重机脱轨坠落原因分析及防范措施探讨[J].质量技术监督研究,2020,No.68(02):30-32+37.
- [4]谢镇祥.浅谈电动单梁起重机检验中的部分难点和解决措施[J].中国特种设备安全,2020,34(12):38-39,57.