

高压开关柜在化工轮胎生产线的过电流保护策略研究

张 益

中策橡胶集团股份有限公司 浙江 杭州 310000

摘 要：本文聚焦于高压开关柜在化工轮胎生产线的过电流保护策略，介绍了高压开关柜的基本原理与构成，接着阐述了过电流保护的基本原理与类型。深入分析了化工轮胎生产线对过电流保护的需求，包括生产线的电气特点、过电流故障的影响以及保护策略的重要性。最后详细探讨了高压开关柜在化工轮胎生产线的过电流保护策略，涵盖保护装置的选择与配置、保护策略的制定与实施以及保护装置的日常维护与故障排查，旨在为化工轮胎生产线的安全稳定运行提供有效的过电流保护方案。

关键词：高压开关柜；化工轮胎生产线；过电流保护；保护策略

引言：化工轮胎生产线是一个复杂的工业系统，涉及大量的电气设备，如电机、变压器等。这些设备在运行过程中，可能会因各种原因出现过电流故障，如短路、过载等。过电流故障不仅会损坏电气设备，还可能引发火灾、爆炸等安全事故，严重影响生产线的正常运行和人员安全。高压开关柜作为化工轮胎生产线电气系统中的重要设备，承担着控制和保护电气设备的任务。因此，研究高压开关柜在化工轮胎生产线的过电流保护策略具有重要的现实意义。

1 高压开关柜的基本原理与构成

1.1 高压开关柜的基本功能

高压开关柜是用于电力系统发电、输电、配电、电能转换和消耗中起通断、控制或保护等作用的设备。其主要功能包括：（1）控制功能，能够根据生产需求，对电气设备进行远程或就地的启动、停止操作，实现对生产线的自动化控制。（2）保护功能，当电气设备出现过电流、短路、接地等故障时，高压开关柜能够迅速切断故障电路，保护设备和人员的安全。（3）监测功能，可以实时监测电气设备的运行参数，如电流、电压、功率等，为设备的运行管理和故障诊断提供数据支持。（4）隔离功能，在设备检修或维护时，能够将故障设备与正常电源隔离，确保检修人员的安全。

1.2 高压开关柜的主要构成部分

高压开关柜主要由柜体、断路器、隔离开关、接地开关、电流互感器、电压互感器、避雷器、母线等部分组成。（1）柜体：是高压开关柜的外壳，起到保护内部设备和人员安全的作用，同时具有一定的防护等级，防止外界灰尘、水分等进入。（2）断路器：是高压开关柜的核心部件，能够在电路发生过电流或短路故障时，迅速切断电路，起到保护作用。常见的断路器类型有真空

断路器、六氟化硫断路器等。（3）隔离开关：主要用于在无负荷情况下分合电路，为设备检修提供明显的断开点，保证检修人员的安全。（4）接地开关：用于将设备接地，释放设备上的残余电荷，防止检修人员触电。（5）电流互感器和电压互感器：用于将高电压、大电流转换为低电压、小电流，以便测量和保护装置使用。（6）避雷器：用于保护电气设备免受雷电过电压的损害。（7）母线：是高压开关柜内各电气设备之间的连接导体，用于传输电能^[1]。

1.3 高压开关柜的工作原理

高压开关柜的工作原理主要是通过断路器、隔离开关等设备的配合，实现对电路的控制和保护。在正常运行时，断路器处于合闸状态，电流通过母线、断路器等设备为负载供电。当需要切断电路时，断路器分闸，切断电流。当电路出现过电流或短路故障时，保护装置检测到故障信号，发出跳闸指令，使断路器迅速分闸，切断故障电路。同时，隔离开关和接地开关在设备检修时起到隔离和接地的作用，确保检修安全。

2 过电流保护的基本原理与类型

2.1 过电流保护的定义

过电流保护是指当电路中的电流超过额定值时，保护装置能够及时动作，切断电路，以防止电气设备因过电流而损坏的一种保护方式。过电流包括过载电流和短路电流。过载电流是指电流超过设备的额定电流，但电流值相对较小，持续时间较长；短路电流是指电路中发生短路故障时产生的巨大电流，其值远大于额定电流，持续时间极短。

2.2 过电流保护的基本原理

过电流保护的基本原理是基于电流的变化来检测故障。保护装置通过电流互感器实时监测电路中的电流大

小,当电流超过设定的整定值时,保护装置开始计时。如果在设定的延时时间内电流仍然超过整定值,保护装置就会发出跳闸指令,使断路器分闸,切断电路。整定值和延时时间是根据电气设备的额定电流、短路容量等参数进行设定的,以确保在故障发生时能够及时、准确地动作。

2.3 过电流保护的类型

2.3.1 定时限过电流保护:动作时间与过电流的大小无关,只要过电流超过整定值,保护装置就按照预先设定的固定时间动作。其特点是动作时间固定,便于整定和配合,但可能无法根据故障的严重程度快速动作。

2.3.2 反时限过电流保护:动作时间与过电流的大小成反比,即过电流越大,动作时间越短。这种保护方式能够更好地反映故障的严重程度,在故障电流较大时能够快速动作,但在整定和配合上相对复杂^[2]。

2.3.3 电流速断保护:是一种无时限或具有很短延时的过电流保护,其动作电流按照躲过被保护线路末端最大短路电流来整定。电流速断保护能够快速切除故障,但不能保护线路的全长,通常与定时限或反时限过电流保护配合使用。

3 化工轮胎生产线对过电流保护的需求分析

3.1 化工轮胎生产线的电气特点

(1)设备种类繁多:化工轮胎生产线涉及大量的电气设备,如炼胶机、压延机、成型机、硫化机等,这些设备的功率和运行特性各不相同,对电力供应的要求也不同。(2)负载变化大:在生产过程中,设备的启动、停止和负载调整频繁,导致电路中的电流变化较大。例如,大型电机的启动电流可能会达到额定电流的数倍,这就要求过电流保护装置能够适应这种负载变化,避免误动作。(3)环境恶劣:化工轮胎生产车间通常存在高温、高湿、粉尘、化学腐蚀等恶劣环境,这些因素会对电气设备的绝缘性能和运行稳定性产生影响,增加过电流故障的发生概率。

3.2 过电流故障对生产线的影响

过电流故障犹如一颗隐藏在化工轮胎生产线中的“定时炸弹”,会对生产线的正常运行造成多方面的严重危害。在电气设备层面,过电流会致使设备绕组发热加剧。以电机为例,当电机过载运行时,通过绕组的电流大幅增加,根据焦耳定律 $Q = I^2 R t$ (其中 Q 为热量, I 为电流, R 为电阻, t 为时间),电流的平方与发热量成正比,因此绕组温度会急剧升高。长时间处于高温状态,电机的绝缘材料会加速老化,其绝缘性能逐渐下降。一旦绝缘损坏,就可能引发短路故障,短路瞬间产生的巨

大电流会使电机绕组迅速烧毁,导致电机报废。这不仅需要投入大量资金更换新电机,还会影响与之相连的其他设备的正常运行。过电流故障还会触发保护装置动作,切断电路,使相关设备停止运行。在化工轮胎生产线中,各个设备之间相互关联、协同工作,一个设备的停机可能会引发连锁反应,导致整个生产线中断生产。生产中断带来的经济损失是巨大的,包括原材料的浪费、生产进度的延误以及订单交付的延迟等。同时,生产中断还可能影响产品质量,例如在轮胎硫化过程中,如果突然断电,硫化工艺无法正常完成,会导致轮胎的物理性能和化学性能不达标,成为次品或废品。

更为严重的是,严重的过电流故障可能会引发火灾、爆炸等安全事故。短路故障产生的高温电弧具有极高的能量,一旦引燃周围的易燃物质,如橡胶粉尘、润滑油等,就会迅速引发火灾。在化工轮胎生产车间,存在大量的易燃易爆物品,火灾一旦蔓延,后果不堪设想,不仅会烧毁设备和厂房,还会威胁人员的生命安全和企业的财产安全。

3.3 过电流保护策略的重要性

合理的过电流保护策略对于化工轮胎生产线的安全稳定运行具有不可替代的重要性。从设备保护角度来看,该策略能够及时检测和切除过电流故障。通过精确设置保护装置的整定值和动作时间,当电路中出现过电流时,保护装置能够迅速做出反应,切断故障电路,避免电气设备因长时间承受过电流而损坏。这可以有效延长设备的使用寿命,减少设备的维修和更换成本,提高企业的经济效益;精确的过电流保护可以减少因误动作或保护不及时导致的生产中断。保护装置能够准确区分正常电流波动和过电流故障,避免在设备正常启动或短暂过载时误动作,同时确保在故障发生时及时动作,保证生产线的连续运行。这有助于提高生产线的运行效率和稳定性,确保生产计划按时完成,提高企业的市场竞争力;有效的过电流保护能够降低火灾、爆炸等安全事故的发生概率^[3]。通过及时切除过电流故障,消除安全隐患,为企业的生产创造一个安全可靠的环境。这不仅保障了人员的生命安全,也避免了因安全事故导致的企业财产损失和声誉受损,有利于企业的可持续发展。

4 高压开关柜在化工轮胎生产线的过电流保护策略

4.1 保护装置的选择与配置

根据化工轮胎生产线的电气特点和保护需求,选择合适的过电流保护装置。对于重要设备,如大型电机,可采用微机保护装置,其具有高精度、高可靠性、功能丰富等优点,能够实现多种保护功能,如过电流保护、

过负荷保护、接地保护等。对于一般设备,可选择电磁式或电子式保护装置;根据生产线的电气拓扑结构和设备分布,合理配置保护装置。在高压开关柜中,安装相应的电流互感器和保护继电器,确保能够准确监测电路中的电流变化,注意保护装置之间的配合,避免出现保护死区或越级跳闸的情况。例如,对于上下级保护装置,应按照阶梯原则进行整定,使上级保护的动作时间大于下级保护的动作时间,动作电流大于下级保护的动作电流。

4.2 保护策略的制定与实施

4.2.1 确定保护整定值

根据电气设备的额定电流、短路容量等参数,结合生产线的实际运行情况,合理确定过电流保护的整定值。对于定时限过电流保护,整定值应大于设备的最大负荷电流,小于设备的最小短路电流;对于反时限过电流保护,应根据设备的热稳定特性曲线确定动作特性曲线。同时,要考虑设备的启动电流和过载能力,避免在设备正常启动和过载运行时保护装置误动作。

4.2.2 制定保护动作逻辑

根据生产线的运行要求,制定合理的保护动作逻辑。例如,当发生短路故障时,应优先切除故障设备,保证其他设备的正常运行;当发生过载故障时,可根据过载的程度和持续时间,采取不同的处理措施,如发出报警信号、降低设备负载等。

4.2.3 实施保护策略

将制定好的保护策略输入到保护装置中,并进行调试和测试,确保保护装置能够按照设定的策略准确动作。在实施过程中,要严格按照操作规程进行操作,避免人为因素导致保护策略失效。

4.3 保护装置的日常维护与故障排查

为确保高压开关柜及其保护装置始终处于最佳工作状态,定期的巡检与维护显得尤为关键。巡检时,需细致检查设备的外观是否完好,无损伤或变形;连接部位需紧固无松动,防止因接触不良导致故障;指示灯的显示状态应准确反映设备运行情况,任何异常指示都需立即关注。此外,对电流互感器、电压互感器的二次回路进行详细检查,确保无松动、短路或开路现象,这些环

节对于保护装置的准确动作至关重要。除了日常巡检,定期对保护装置进行校验和试验也是必不可少的环节。这不仅包括对保护逻辑和设定值的验证,还涵盖动作时间和精度的测试,确保其在关键时刻能够迅速、准确地响应故障,保护电力系统的安全;设备的清洁与防潮同样不容忽视。灰尘和湿气的积聚可能导致设备内部短路或绝缘性能下降,因此,定期清理设备表面及内部积尘,并采取有效的防潮措施,如安装除湿机或使用密封性好的机柜,对于延长设备寿命至关重要^[4]。

当保护装置动作或出现异常时,迅速而准确的故障排查尤为重要。首先,查阅保护装置的动作报告和故障记录,这些宝贵的数据能提供故障发生的时间、类型以及电流电压等关键参数,为故障定位提供线索。随后,结合故障信息,对相关设备和线路进行初步检查,必要时采用专业测试工具进行深入检测。整个排查过程需严格遵守安全操作规程,确保人员和设备安全,防止触电等意外事故的发生。通过这一系列细致而周密的维护措施,可确保保护装置始终保持良好的工作状态,为电力系统的稳定运行提供坚实保障。

结束语

综上所述,高压开关柜在化工轮胎生产线的过电流保护策略中发挥着至关重要的作用。通过合理选择保护装置、制定科学的保护策略,以及加强保护装置的日常维护与故障排查,能够有效确保生产线的安全稳定运行。未来,随着技术的不断进步,过电流保护策略将更加智能化、精准化,为化工轮胎生产线的安全生产提供更有力的保障。

参考文献

- [1]张发军,潘亚培,李桂芹.高压开关柜的实际温升及发热解决措施[J].通信电源技术,2019,36(10):279-280.
- [2]朱德亮,章家其,洪卫华.高压开关柜实时监测系统研究[J].通讯世界,2019,26(08):325-326.
- [3]张瑶.6~10kV配电系统高压开关柜的结构设计及优化[J].决策探索(中),2020(01):70-70.
- [4]李宁钢.高压开关柜停电检修与带电维修讨论[J].中国新通信,2021,22(06):233-234.