

Analysis on the Cause of Frame Protection Action in No-Load Operation of DC System

Heng Tian

First Engineering Co., Ltd. of China Railway Electrification Engineering Bureau Group, Beijing, 100070, China

Abstract

The paper analyzes the reasons for the no-load operation frame protection action of DC system in urban rail transit system, describes the relationship between DC frame protection current protection, voltage protection and rail potential limiting device, and understands the DC system frame protection treatment measures.

Keywords

DC system; frame protection; treatment measures

直流系统空载运行框架保护动作原因分析

田衡

中铁电气化局集团第一工程有限公司，中国·北京 100070

摘要

论文分析城市轨道交通系统直流系统空载运行框架保护动作的原因，阐述直流框架保护电流保护、电压保护及钢轨电位限制装置之间的关系，了解直流系统框架保护处理措施。

关键词

直流系统；框架保护；处理措施

1 概述

牵引变电所内的直流供电设备采用绝缘安装的方法，主要包括 1500V 直流开关柜、整流器柜、负极柜等。当直流设备内的 1500V 正极对设备外壳发生泄漏时，如不及时切除，容易将故障扩大为 1500V 正极通过设备外壳对负极间的短路事故。而直流系统的短路电流非常大，正、负极短路时的短路电流可达几万安培，对直流设备将造成严重危害。直流框架保护的设置是为了防止直流开关带电设备对直流柜柜体发生泄漏或绝缘损坏闪络时，其余的直流保护起不到应有的作用，对人身和设备产生伤害。框架泄漏保护是专门针对直流供电设备对正极与柜体发生故障时的保护措施，其保护原理是当正极对柜体外壳发生绝缘损坏时，能及时切除故障，保证系统的安全运行^[1]。

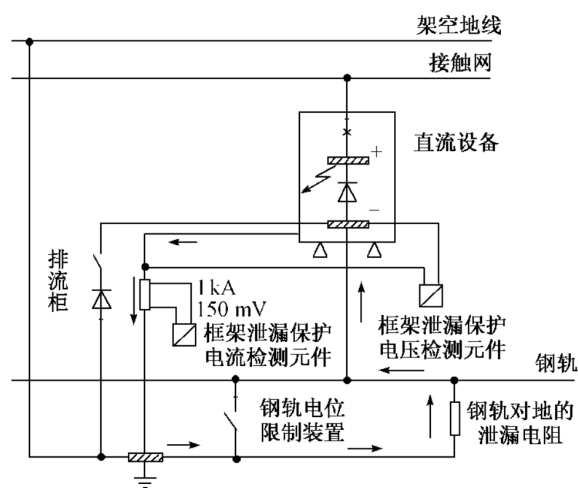


图 1 框架保护示意图

1.1 直流框架保护动作原理

直流框架保护以动作类型分为电流型、电压型两种。

(1) 电流型框架保护主要检测设备外壳对地的电流。

(2) 电压型框架保护检测的是设备外壳对直流设备负极之间的电压，由于小电阻可以忽略不计；设备外壳可认为直接接地，钢轨是和直流设备负母排相连的，所以电压型检测的电压相当于钢轨和地之间的电压。

1.2 电流型框架保护、电压型框架保护动作特性

(1) 直流系统正常运行情况下，设备绝缘良好，电流型框架保护电流回路电流为零，装置不动作。

(2) 当直流设备绝缘发生变化，设备对柜体外壳放电或短路时，电流回路电流达到整定值，电流型框架保护动作，向交直流开关发出跳闸命令，本所直流柜馈线开关和35KV整流变柜整流变开关同时跳闸，并联跳相邻牵引站向本区段双边供电上下线直流高速开关。

(3) 在城市轨道交通的牵引供电直流系统中，直流设备和钢轨都是采用绝缘法安装，其作用是减少杂散电流的泄漏途径，减少杂散电流对钢轨、钢筋等金属体的电化学腐蚀，钢轨对地的绝缘电阻是随着绝缘材料的性能变化的，所以电流型框架保护的电流回路的电阻是不确定的。当电阻很大时，可能会造成电流回路检测值达不到整定值的要求，从而设备发生绝缘下降而电流型框架保护没动作的情况，所以电压型框架保护就是为了弥补这个缺陷，当电压型框架保护装置检测到设备外壳对负极电压超过整定值时，向交直流开关发出跳闸命令，联跳本站和相邻牵引站的开关^[2]。

轨电位在直流牵引系统中，由于操作电流和短路电流的存在，可能会引起回流回路和大地间产生超过安全许可的接触电压。在此情况下，就需要在回流回路与大地间装设一套钢轨电位限制装置，检测的是钢轨和地之间的电压。以限制运行轨电位，避免超出安全许可接触电压的发生。当发生超出安全许可接触的电压时，此钢轨电位限制装置就将钢轨与大地快速短接，从而保证人员和设施的安全。

排流柜是为地铁减少杂散电流造成的金属结构电化学腐蚀的专用设备。它采用极性排流的原理，只有当需排流的杂散电流主、辅收集网相对于负极柜母线电位为正时，才有电流通过，把泄漏到主、辅收集网上的电流直接排到负母线上，从而减少杂散电流的腐蚀。排流柜安装在正线牵引变电所内，利用牵引所附近设置的道床和结构钢筋的排流端子，将杂散电流收集网同牵引变电所内排流柜连接，排流端子可以利用牵引变电所附靠近的伸缩缝连接端子。

2 故障现象描述

地铁轨道交通某站牵混所送电过程中，在直流系统受电冲击时，电压型框架保护动作，直流进线及整流机组35kV交流断路器跳闸，造成送电中断。

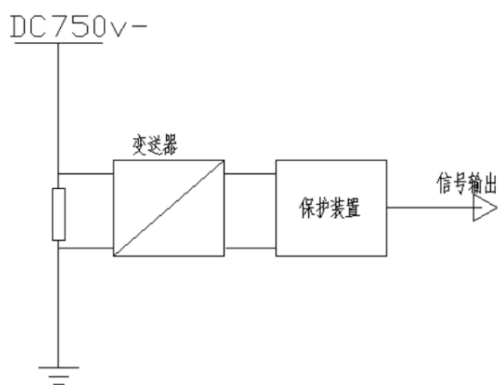


图2 电压保护信号采集图

3 原因分析

电压型框架保护动作的原因主要有三个方面：

- (1) 钢轨电位过高，轨电位限制装置未能及时动作。
- (2) 接触网对架空地线放电。
- (3) 负极回流断线。

由于上述某牵混所目前送电，只是设备受电冲击，空载运行，直流馈线开关并未合闸，接触网未受电，所以上述(1)(2)条原因不成立，经现场排查发现负极柜未通过回流电缆与钢轨连接，符合第(3)个原因，负极回流断线。

4 处理措施

地铁直流牵引供电系统中电流型框架动作后会闭锁本所断路器，与本所相邻的牵引所的直流馈线开关也会跳闸，并闭锁邻所开关的重合闸。导致变电所两端四个区失电，中断地铁行车供电，对运营产生严重的影响。因此，对框架保护的故障应急处理及故障原因查找是直流供电系统的重点及难点。

按以往惯例，直流系统空载运行且未通过回流电缆与钢轨连接的情况下，暂时退出电压型框架保护进行受电冲击。退出后，直流系统成功空载投运。

5 预防和改进措施

5.1 预防措施

直流系统空载投运时，为避免框架保护异常动作，应在

投运前核实负极是否通过回流电缆与钢轨连接,未连接的情况下应退出电压型框架保护后再进行投运。

5.2 改进措施

直流系统供电设备内部绝缘材料一旦失去功效,有可能危及人身安全,框架保护可以在其余的直流保护起不到应有的作用时有效切除设备内部绝缘材料失效故障,以防人身伤害事故发生,建议直流系统在负极未通过回流电缆与钢轨连接情况下空载投运时,提前在负极柜内为负极母排连接临时接地线,框架保护正常投入,可以快速发现直流系统供电设备内部绝缘材料是否失效及临时地线是否断开,以保护设备及人身安全。

6 结语

框架保护可以有效保护设备及人身安全,带电运行时,任何情况下不应退出,但在正常运营时,框架保护动作会造成大面积停电,成熟的地铁应有一套完备的框架保护应急机制。在框架保护动作时要第一时间启动应急预案,尽快排除故障点,恢复送电,保证设备安全的同时将影响地铁运营的时间尽可能地缩短。

参考文献

- [1] 李毅. 地铁直流供电系统框架保护的应用及故障处置[J]. 电气化铁道, 2018(01):243-244.
- [2] 赵海欧. 城市轨道交通直流框架保护动作应急处理研究[J]. 工程建设与设计, 2017(05):164-165.