[变压器保护]

地铁供电系统变压器保护及故障探讨

文/上海电力建设有限责任公司　黄　瑞

地铁是公共交通系统最重要的组成部分，其运行过程离不开电力能源的支持，能否保证供电系统的供电稳定性和供电灵活性，直接决定了地铁的运行安全性，变压器更是地铁供电系统的核心和基础，确保变压器稳定运行十分重要。

地铁是公共交通的一部分，主要依靠电能进行供能，借助瓦斯保护、电流速断保护与纵联差动保护等确保变压器正常运行，但是从目前来看，地铁供电系统变压器故障发生频率仍然比较高，有必要对本课题进行进一步探索。

地铁供电系统中变压器的保护

1. 电流速断保护与纵联差动保护

电流速断保护与纵联差动保护是有代表性的保护形式，能避免变压器中性点接地导致的一系列故障。通常情况下，电流速断保护能够在过电流时限大于0.5 s的10 MV·A以下变压器上发挥作用，而纵联差动保护能够在10 MV·A及以上单独运行的变压器和6.3 MV·A以上并列运行的变压器上发挥作用。纵联差动保护能够在暂态和稳态情况下发挥保护作用，整体应用效果明显。

2. 瓦斯保护

地铁供电系统变压器受到外界环境的影响，地铁供电系统变压器瓦斯保护具有一定的实际意义。如油浸式变压器故障分成油箱外部故障和油箱内部故障，内部故障使变压器内部零部件和线路短时间内损坏烧毁，大量放热，油箱被高温电弧充斥和破坏，其中存储的物质被分解产生大量气体，而油箱本身是密闭空间，气压越来越大直至发生爆炸事故。瓦斯保护能够时刻监视和检测变压器油箱内的气体流量，第一时间找出油箱内部故障。工作人员可将质量符合行业标准的瓦斯保护设备安装到地铁供电系统变压器上，在变压器内部气压和气流发生变化时，瓦斯保护设备将第一时间做出反应并进行报警，工作人员可及时对其处理。

3. 过电流保护

过电流保护设备则能够在纵联差动、瓦斯保护设备的基础上发挥保障性作用，具有应对外部相间短路过电流问题的功能。为了确保过电流保护的有效性，工作人员可安装低电压起动的过电流保护、复合电压起动的过电流保护等，优化过电流保护的灵敏度，确保地铁供电线路变压器安全运行。

4. 过励磁保护

过励磁保护能够有效避免变压器过励磁问题。从实际情况来看，励磁涌流造成的冲击电流往往不会持续太长时间，不会对变压器造成毁灭性的破坏。励磁涌流会导致纵联差动保护动作，因此不要多次连续合闸进行充电。

5. 零序电流保护

零序电流保护能够避免变压器中相邻零部件之间发生短路，还能在主保护装置无法发挥作用时扮演替补角色。通常情况下，零序电流保护可以在110 kV以上的中性点直接接地系统中发挥作用。

6. 变压器温度保护

如果变压器内部存在绕组匝间、层间短路或者线圈接头焊接不良的问题，变压器在不正常状态下运行，内部产生的热量大幅上升，无法顺利散热，可能造成变压器内部绝缘材料性能大幅降低，不利于变压器的正常安全运行。变压器发生火灾的几率上升，带来一系列财产损失，给地铁系统的安全造成严重的影响。为了避免变压器过热导致的一系列问题，在地铁供电系统变压器上安装温度保护设备，及时发现温度变化。要对温度探头准确妥善安装，以便更准确地测定变压器温度，及时发现变压器异常运行情况。还需做好散热风机检查维护工作。此外，还需定期对温度保护设备的温控装置进行检查，保证地铁供电系统变压器的保护效果。

地铁供电系统变压器故障的解决措施

1. 保证避雷装置完整性

变压器避雷装置能够影响变压器防雷保护效果，进而影响地铁供电系统变压器稳定性。要做好变压器避雷装置的安装检测工作，避免受过电压影响发生故障和损坏。另外，对与避雷防雷装置有冲突的设备和元件等进行更换也，地铁供电系统变压器安装有大量的电感设备，只有电感设备正常运行，变压器才能保持长时间稳定运行。此外，需对安装的避雷装置进行逐一检查，对不符合行业标准的避雷装置进行登记统一处理。

2. 配电变压器表面清理

地铁供电系统变压器表面会积累大量污垢灰尘等，如果不能对这些污垢进行及时处理，变压器表面材料被腐蚀，无法对内部零部件进行有效保护，变压器的整体运行效果受到影响。因此，必须对变压器表面进行有效清理，每隔一段时间进行变压器表面检查，对套管接地、套管断裂等进行检查，避免变压器表面污染带来的后续故障。

3. 绕组故障处理

定期做好变压器绕组检查工作，明确绕组运行状态及其零部件的运行情况。发现变形松动，第一时间找出发生绕组故障的原因并进行处理和应对。在零部件变形导致绕组故障时，对零部件进行复原和修整。零部件松动导致绕组故障，利用焊接技术等对零部件进行二次加固，把可能存在的质量风险消灭在萌芽状态。此外，进行供电系统排查时，需要对变压器绕组的运行情况进行查看，做好变压器绕组绝缘保护，避免潮湿等条件导致变压器绕组故障，降低地铁供电系统变压器绕组故障发生几率，确保地铁供电系统变压器能够正常运行。

4. 引线故障处理

地铁供电系统变压器引线故障是其中比较常见的一种故障，发现故障第一时间进行引线检查，确定固定引线的螺钉是否松动，引线是否发生位移。如存在位移松动等问题，重新进行焊接加固，保证引线稳定性。为了保证焊接施工的有效性，在正式进行焊接操作之前，需要做好焊接表面的清理工作，确保焊接表面无杂质、无水分等。将需要固定和更换的零部件放置到特定位置进行焊接，严格遵守特种焊接技术的有关要求，保证松动的引线能够得到有效固定。

5. 绝缘故障处理

地铁供电系统变压器最常见的、影响最大的是绝缘故障，需要根据变压器运行的实际情况，对变压器绝缘故障的原因进行分析，确定故障成因，制定绝缘故障的应对处理方案。根据实际经验，地铁供电系统变压器绝缘故障主要是因为外部环境潮湿导致的，利用排风设备等对周围环境进行干燥处理，对潮湿的线路进行更换或处理。此外，变压器油的劣化反应也可能导致严重的绝缘问题，对劣质变压器油进行更换，把绝缘故障的几率降到最低。还需做好变压器日常检查，及时发现绝缘方面存在的问题并做好处理应对，确保地铁供电系统变压器能够正常运行。

结语

地铁供电系统是地铁系统正常运行的重要保障，能够为地铁提供源源不断的电能，一旦其中的变压器发生故障，地铁线路的运行必将受到严重影响。因此，必须对地铁供电系统中变压器的保护及故障处理进行有效分析。EA

（收稿日期：2021-08-16）