

# 浅谈城市道路照明接地故障防护电器的选择和整定

李振龙

(广西交通设计集团有限公司, 广西 南宁 530000)

**摘要:** 近些年我国一直在大力推动城市化发展政策, 城市经济水平提升, 各项基础设施的建设也越加完善, 城市道路照明设施、系统的建设是重要内容, 城市道路照明工程的建设质量也广受关注。在城市道路照明工程中, 接地故障防护电器的选择和整定对整体工程安全运行有直接的影响, 需要提高重视度, 结合实际对城市道路照明接地故障防护电器选择、整定方案进行合理设计和全面优化, 目前TN-S、TT这两种接地防护类型应用相对广泛, 在具体进行选择和整定时需要从优缺点等多角度进行分析, 以促进整体接地防护功能、质量的提升。基于此, 本文分别针对TN-S、TT接地故障防护电器类型的选择和整定开展研究。

**关键词:** 城市道路照明; 接地故障; 防护电器; 选择; 整定  
**中图分类号:** TU113.666; TM862 **文献标志码:** A



城市道路照明系统的建设质量和安全, 对城市居民的生活与发展有很大影响作用。城市道路照明系统覆盖面广泛, 且照明设备具有明显的分散性, 用电设备之间距离较大, 这些都对照明系统运行的可靠性与安全性保障提出了更高的要求。城市道路照明系统中接地故障防护电器的合理规划是强化接地故障保护质量的有效途径, 而相应的接地故障防护电器类型多样, 实际防护功能、特征存在差异, 需要根据城市道路照明防护需求进行合理选择和整定, 对其进行研究具有现实意义。

## 1 城市道路照明TN-S接地故障防护电器类型分析与整定关键点

### 1.1 TN-S系统的特点

城市道路照明中应用的TN-S系统, 是将中性线N、保护线PE以各自独立运行的模式进行构建, 电气设备的外壳可以与PE线进行直接关联。若电气设备相线在与外壳接触的过程中出现照明系统短路的故障, 电流保护器会自动发挥防护功能, 将故障线路进行切断处理。TN-S系统是将电源端进行直接接地处理, 电气设备暴露在系统外界环境中, 为照明系统导电设施与电源端、PE线路进行串联通行创造有利条件, 构建直接电气联系运行模式。上述是TN-S系统的基本运行

特征, 在其接地故障防护电器分析和整定期间, 需要明确系统的基本运行原理, 保证能有效发挥整体系统防护作用<sup>[1]</sup>。

### 1.2 TN-S系统的优点

城市道路照明TN-S接地故障防护模式在大电流类型项目中应用较为广泛, 对照明设备中比较多发的单相接地故障问题的防护效果较为优良。当故障产生时, 通行的电流可以进入PE线, 通向变压装置中性点位, 使故障电流被放大处理, 对应的保护动作装置就能及时、快速地感应到故障, 自动启动保护反应, 达到有效防护的效果。当城市道路照明系统处于正常运转状态时, 合理应用TN-S系统可以对运转稳定性进行强化保障, 意外动作、无法动作等问题发生的概率会变低。当不存在单相故障时, PE线内部将不会进入任何异常电流, N线内部将引入不平衡电流。在系统中设备外壳采用的是金属材质, 接地保护设置在PE线区, 对地电压设置为“0”。当城市道路照明系统电器运行出现接地故障时, 电流会以较快的速度变大, 保护装置就会自动启动, 发挥接地故障保护功能, 对接地故障进行相应的处理。由于城市道路照明系统覆盖面积广, 部分照明线路运行的跨度比较大, 电流运行的距离较长, 而截面相对偏小, 这种情况下过电保护自动

反应的时效会有所延长,防护处理动作的速度也会有所下降,切断电源的时间就无法在标准时间范围内完成,这时系统可配置RCD(Residual Current Device,剩余电流装置)处理方法,整体的防护能效就可以达到标准状态。除了这些防护功能,TN-S系统还设置局部应用等电位联结防护功能,这属于额外的防护措施,可以针对接触电压级别状态进行科学的控制,提高整体安全水平,预防电击事故。

### 1.3 TN-S系统的缺点

TN-S系统在城市道路照明系统接地故障防护中的建设应用,固然可以达到比较优良的防护效果,但是系统存在的缺点仍然不能忽视。TN-S保护系统的主要设施为PE线,对单相故障可以起到很好的保护作用,但是当非此回路接地故障与等电位联结不存在这两种情况同时发生时,PE线自身会出现传导故障电压,在这种情况下用电回路内部是不存在故障电流的,相应的保护装置就无法自动感应故障问题,保护动作自然无法自动启动。同时当故障电压水平超出解除限制范围时,触电安全事故发生的可能性就显著增加。面对这一缺点,需要重点对接地电阻比值状态进行合理优化,使其能对电源侧接地电阻状态进行科学的控制,这样才能降低异常触电问题发生的概率<sup>[2]</sup>。

### 1.4 TN-S系统整定关键点

对城市道路照明系统特征及其接地故障电器防护的需求进行明确,若系统供电距离偏长,那么分析考量的重点要放在单相短路电流与负载方面,对其分布状态进行综合考量,同时要保证系统建设的经济性,从而科学地对供电距离进行控制。在不存在特殊情况时,TN-S接地系统的供电距离最长不能超过800 m,如果供电距离必须超出这一限制范围,TN-S系统接地建设就不能设置过电保护装置,而是要与剩余电流保护整定方法进行联合运行,将TN-S接地保护、过流保护和剩余电流监测等防护方法进行有机整合,实现接地故障的全方位保护。结合实际情况,将TT接地、RCD保护等方式融合应用也是可行的。

## 2 城市道路照明TT接地故障防护电器类型分析与整定关键点

### 2.1 TT系统的特点

城市道路照明系统中,TT接地故障防护类型的应用是比较广泛的,与TN-S系统相比较,TT系统所使用的供电电缆的截面规模明显更小一些,电缆规格为四芯。TT系统的所有用电设备都以接地的方式运行,

因而在城市常规道路区域的应用比较广泛,在桥梁、高架等区域也可以适用,但是建设难度相对偏大。TT接地形式故障的电流比较小,电流保护电器选择的是剩余电流动作保护器,安装在配电线路的首段位置,以此发挥自动防护功能。当相应接地故障发生时,会自动进行切断电源操作。不同于TN-S系统,因故障电流小使TT系统无法使用过电流保护器,在实际中剩余电流动作保护器也会延时运行。这是为预防瞬时性接地故障引发短路问题出现,该问题发生时会对道路交通造成不良影响。在电源端处理方面,TT系统接地防护是将电源端单点设置成直接接地,配电装置则进行外露处理,使可导电区域直接以接地的状态运行。需要注意的是可导电区域和电源区域设置的接地点位需要相互独立,这样整体的防护水平才能达到理想状态<sup>[3]</sup>。

### 2.2 TT系统的优点

在TT接地防护系统中,PE线区域在与电源装置进行联合运行的过程中,电气关系不是“直接”的状态。这样当接地故障发生时,变压装置中性点对地电位的水平依然能保持稳定、良好的状态,不会出现水平升高的不良现象,从而减小间接电击事故发生概率。当城市道路照明系统接地故障发生时,TT系统中故障回路区域的外露电气装置将自动运行,接地极、电源接地极都会被合理吸纳到整体范围中,回路基础阻抗水平也能随之提升,从而发挥有效的防护功能。尤其是在剩余电流动作保护装置的辅助加持下,即使TT装置故障电流偏小,也能发挥较大的防护优势。TT系统防护运行的灵敏度比较高,在间接接触电击故障方面的防护优势比较明显,可促进城市道路照明系统安全运行水平的提升。

### 2.3 TT系统的缺点

相对来说TT系统的防护功能运行具有较多的限制条件,如电源装置和用电设备不能构建相同或者关联的接地点,接地点设置必须保持独立性。城市道路照明系统覆盖所有城市区域,城市不同区域的道路结构存在差异,TT系统在城市道路照明系统中的应用会受到场地规模、区域结构条件等方面的限制影响。城市基础设施、建筑工程建设频繁,部分城市道路照明系统区域中的建筑物数量较多,照明系统与建筑物之间的距离也比较小,一些城市地下环境也是非常复杂的,很多区域地下包含金属材质管道。在这些区域环

境中, TT系统要实现电源装置、用电设备的接地点独立是非常难的, 即使能实施, 也无法保证完全的独立性。TT系统应用的装置都具有较高的灵敏性, 保护动作的运行效率较高, 这有利有弊, 弊端在于存在错误动作发生的可能性。TT系统故障接地保护比较常用的是RCD方法, 其保护功能实施时, 道路照明线路漏电强度为10 mA/km, 一盏照明灯具漏电流为1 mA, 根据城市道路照明系统接地故障防护的相应规定, 在这种状态下剩余动作整定数值至少要达到2.5倍于常规漏电级别的水平。由于TT装置运行具有高灵敏度的特征, 因此, 要达到这一水平标准, 是几乎不可能实现的。城市道路照明系统的很多用电设备都暴露在外界自然环境中, 当出现气候变化如降雨、降雪等天气时, 空气湿度就会上升, 系统漏电流问题发生的概率会随之变大, TT装置错误动作的发生概率与之呈正比例变化, 因此, 整体系统运行的稳定性、可靠性会变差<sup>[4]</sup>。

#### 2.4 系统整定关键点

城市道路照明应用TT接地故障防护系统时, 要明确RCD保护方法的运行是否存在错误动作发生的可能性, 这是其防护功能运行的主要不良影响因素, 在TT系统整定时, 需要对这一问题进行重点优化处理。TT系统RCD的整定电流设置水平必须高于标准泄漏电流, 具体整定电流设置范围要在100~500 mA之间, 具体设定值需要根据系统供电的距离进行决策。另外, RCD整定电流范围对应的接地电阻范围要控制在50~1000  $\Omega$ 之间, 这样TT系统在实际运行时, 接地故障防护质量才能达到基础标准水平, 保持系统动作运行的稳定性, 降低系统保护错误或者异常现象发生的概率<sup>[5]</sup>。

### 3 城市道路照明接地故障防护类型的优化选择总结

城市道路照明是城市运行发展、人们生活需要的重要基础设施结构, 城市道路照明各项设备运行都需要大量的电力供应, 而接地故障则是系统运行质量以及安全方面的主要不良影响因素, 需要得到重视。合理构建城市道路照明接地故障防护系统是非常必要的, 而接地故障防护类型的优化选择是有效防护的重要途径。TN-S防护系统和TT防护系统各有优势、缺点, 防护运行特征和适用范围也有相应的差别, 城市道路照明系统分布广泛, 用电设备的供电距离或长或短, 接地故障防护系统装置的建设场所、环境条件也具有多样性、复杂性的特征,

在选择防护系统类型时, 需要根据具体情况进行具体分析, 以实现优化选择, 并保证TN-S系统或者TT系统的建设能按照规范标准顺利落实, 保证相应保护装置能正常、稳定地运作, 发挥有效的保护作用。

一般当城市道路照明系统的供电线路距离在800 m以内时, 选用TN-S接地故障防护系统更为合适, 过电流保护电器装置可以发挥良好的保护作用。而当城市道路照明系统的供电线路距离在800 m以外的范围时, 应用TN-S系统, 需要对其保护动作灵敏度进行检测, 确定其灵敏度是否达到要求标准。如果检测结果显示未能达到要求, 就要更换剩余电流保护装置进行防护处理。也可选择应用TT系统配合RCD实施联合防护, 这样可以有效提升保护动作的灵敏性, 同时要对错误动作易产生的问题进行改善处理, 要将保护动作电流设置为2.5倍于常规泄漏电流级别水平及以上, 但是最高级别不能超过4倍的常规泄漏电流的水平<sup>[6]</sup>。

### 4 结束语

城市道路照明接地故障防护电器的选择与整定, 需要从多角度进行综合考量, 对供电距离、系统建设场所环境进行明确, 对应选择适用的接地故障防护电器。还要对不同接地故障电器类型的特征、实际防护能效进行了解, 充分发挥其优势, 对缺点进行改善优化, 从而保证其能满足城市道路照明接地故障防护需求。

#### 参考文献

- [1] 骆志荣.城市道路照明TN-S系统单相接地故障保护探讨[J].四川水泥, 2020(1): 59, 82.
- [2] 陈文健, 黄灿林, 林娟, 等.基于城市道路照明设施的电气安全分析评估研究[J].电子测试, 2020(7): 100-102.
- [3] 肖桦.城市道路照明系统中供配电设计的重难点[J].中国住宅设施, 2020(9): 18-19.
- [4] 彭建军, 周科, 纪久祥.城市道路照明接地故障防护电器的选择和整定[J].建筑电气, 2020, 39(11): 43-46.
- [5] 廖小平.城市道路照明电气设计常见问题及优化措施[J].光源与照明, 2021(1): 13-14.
- [6] 谢曲天.基于MATLAB/GUI的道路照明供电回路计算[J].建筑电气, 2021, 40(7): 33-37.