「漏电保护」

探究漏电保护器RCD在基础设施配电系统中的应用

文/江苏安科瑞电器制造有限公司　李海全　吴勤卫　坎鹏程　张新慧

针对一些基础设施配电系统特殊场景中的接地方式，对TT、TN系统的接地及保护方式进行分析，探究RCD应用并提出实际使用的意见。

近期，郑州市某小区发生一起电击人事故，一名5岁男孩在小区西门水池边玩耍突遭电击，孩子母亲也因施救被电击倒，男孩后经120抢救无效死亡。业主称，之前就听说事发水池漏电。小区草丛中设置的照明灯坏了以后就废弃了，而地面裸露的线头比比皆是。本文将针对以上类似事件场景，对RCD的使用提出实际意见。

接地型式

首先介绍低压配电系统的三种接地形式，分为TN、TT、IT三种。

TN系统：电源变压器中性点接地，设备外露部分与中性线相连。在TN系统中按N线和PE线的不同组合又分为TN－C、TN－S和TN－C－S三种：

TN－S系统：系统内N线和PE线是分开的。

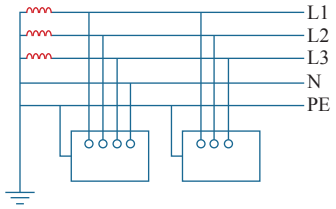
TN－C－S系统：通常仅在低压电气装置电源进线点前N线和PE线是合一的，电源进线点后即分为两根线。

TN－C系统：系统内N线和PE线是合一的。

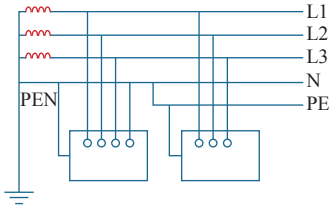
系统见图1。

TT系统：电源变压器中性点接地，电气设备外壳采用保护接地。系统见图2。

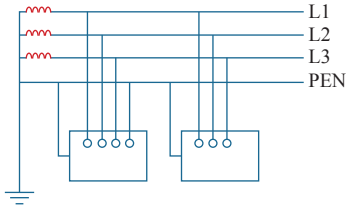
IT系统：电源变压器中性点不接地（或通过高阻抗接地），而电气设备外壳采用保护接地。



（a）TN－S系统



（b）TN－C－S系统



（c）TN－C系统

图　1

系统见图3。

应用场景

下面介绍若干特殊场景RCD应用。

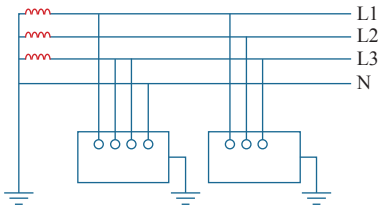


图2　TT系统

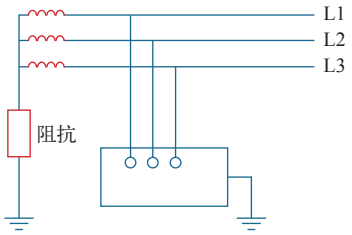


图3　IT系统

喷水池

喷水池共两个区域，区域划分见图4。

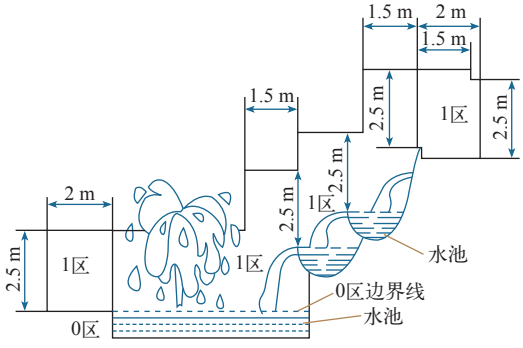


图4　喷水池区域划分示例

0区水池内部。

1区－离水池边缘2.0 m的垂直面内，其高度止于距地面或人能达到的水平面的2.5 m处。

在喷水池的0区和1区内应采取下列防电击措施之一：

1）采用特低电压（SELV）供电，其电源设备（例如隔离特低电压变压器）应设置在0区和1区以外。

2）如装用220 V电气设备，应为其设置额定动作电流$I_{\Delta n}$不大于30 mA的RCD，在发生绝缘故障时立即切断电源，必须保证这类水下设备的防水性能，以避免RCD因频繁动作而被拆除，留下电击事故的祸根。需要说明即使采取了上述防电措施，仍不允许在水下电气设备和线路带电情况下人体进入水池。

喷水池采用ASJ系列RCD防电击系统示意图如图5。

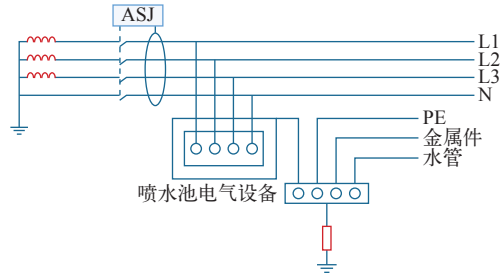


图5　喷水池配电系统

庭园灯

现代化小区一般都装有景观庭园灯，由于庭园灯处于不具备等电位联结的潮湿场所，所以庭园灯一般采用局部TT系统供电．就是庭园灯的金属外壳不接来自电源系统的PE线，而单独设置一个接地装置，庭园灯接在此接地装置的引线上。为了防止庭园灯发生相线碰壳故障而导致故障电压延保护线蔓延，因此庭园灯的电源必须用RCD作漏电保护。

对于TN系统供电的情况下的庭园灯可采取局部TT保护系统，即单独设置保护接地装置，在安装RCD的情况下，可把灯杆基础作为接地装置而不再打接地极。

如图6为庭园灯采用ASJ系列RCD进行防电击保护系统示意图。

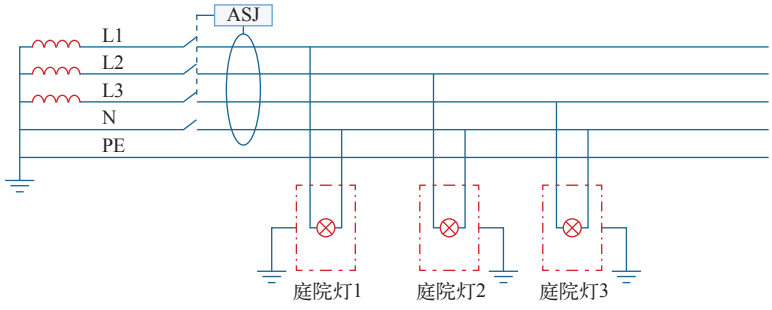


图6　庭园灯配电系统

道路照明

道路照明是室外照明的重要组成部分，具有线路长、负荷分散、行人易碰触等特点。道路照明低压配电系统应适应这些特点，并且满足安全保护要求。道路照明一般采用TT配电接地系统。

实现道路照明TT接地系统安全运行的关键是灯柱可靠接地并将PE线连接，有较低的接地电阻。每灯柱都打接地极并用PE线相连后，灯柱接地电阻很容易做到≤1 Ω，灯柱处发生接地故障时，灯柱对地电压≤AC 50 V。

自箱变低压侧引出L1、L2、L3、N四线。箱变低压侧N线直接接地，各灯柱保护线PE也直接接地，箱变与灯柱之间无PE线连接。灯柱间PE线用电缆芯线或角钢（圆钢）连接，组成道路照明TT配电接地系统。

1）当箱变高压侧线路遭受雷击等产生接地故障时，因箱变处、灯柱处PE接地分别设置，箱变处高地电位不能轻易窜入灯柱处的接地处，因而行人比较安全。

2）灯柱处发生接地故障时，因金属灯柱本身接地，并实现灯柱间PE连接，灯柱电位接近地电位，接地故障不会对人造成伤害。

3）发生单相接地故障时，因线路长，故障回路阻抗较大，故障电流较小，箱变处过电流保护装置（断路器或熔断器）可能不动作，故应安装RCD进行漏电保护。因线路长，泄漏电流往往超过30 mA。一般控制箱出线端可设一个剩余电流动作保护器（RCD），可采用延时0.1 s，RCD额定剩余动作电流$I_{\Delta n}$一般可按下述方法估算（建议）：

1）供电距离超过400 m但不超过1 000 m，$I_{\Delta n}$=300 mA。

2）供电距离超过100 m但不超过400 m，$I_{\Delta n}$=100 mA。

3）供电距离在100 m左右且当RCD采用$I_{\Delta n}$=100 mA会给设计带来一定程度的困难或麻烦，可允许采用$I_{\Delta n}$=30 mA。

（4）道路照明TT系统在每个路灯处可增设RCD进行单相接地故障保护。RCD的动作电流≤30 mA。

如图7为道路照明系统防电击保护系统示意图。

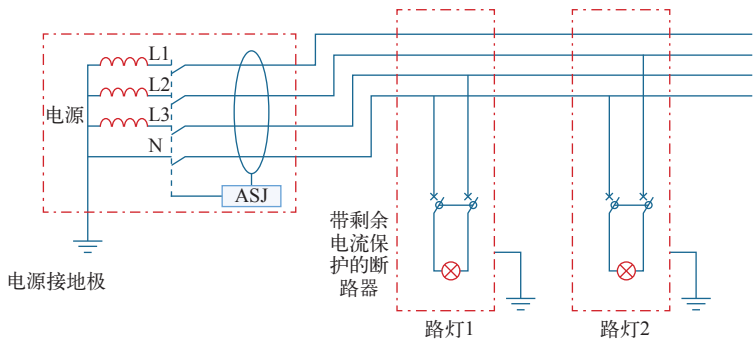


图7　路灯照明TT系统

结束语

ASJ系列剩余电流动作继电器可与低压断路器或低压接触器等组成组合式剩余电流保护装置，主要适用于交流50Hz，额定电压400V及以下的TT和TN系统配电线路，用来对电气线路进行接地故障保护，防止接地故障电流引起的设备损坏和电气火灾事故，也可用来对人身触电危险提供间接接触保护。在以上若干场景中，均可起到有效防护。

除以上若干场景，在地铁配电系统、智能楼宇、工矿企业消防安全系统均可使用ASJ系列剩余电流动作继电器。**EA**

（收稿日期：2017.06.18）

（编辑：白文亭）