

探究漏电保护器 RCD 在基础设施配电系统中的应用

李海全¹, 吴勤卫¹, 坎鹏程¹, 张新慧¹

(1.江苏安科瑞电器制造有限公司, 江苏江阴 214405)

摘要: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。

关键词:喷水池;路灯;TN-S;TT;接地型式;RCD(漏电保护器)

1、引言

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。

2、接地型式

首先介绍低压配电系统的三种接地型式,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:

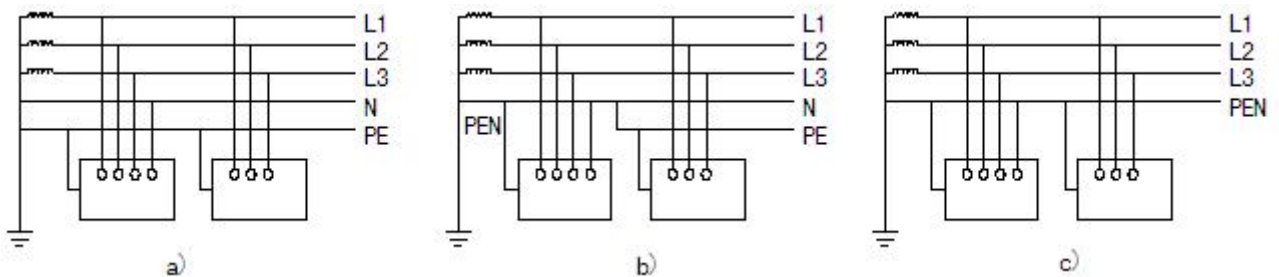


图 1 a)TN-S 系统 b) TN-C-S 系统 c) TN-C 系统

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。系统见图 3。

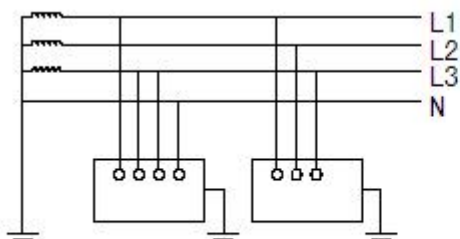


图 2 TT 系统

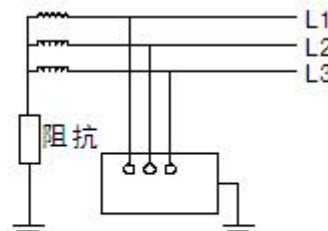


图 3 IT 系统

3、应用场景

下面介绍若干特殊场景 RCD 应用。

喷水池

喷水池共两个区域，区域划分见图 2.1

0 区水池内部。

1 区-离水池边缘 2.0m 的垂直面内，其高度止于距地面或人能达到的水平面的 2.5m 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 220V 电气设备，应为其设置额定动作电流 $I_{\Delta n}$ 不大于 30mA 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 4。

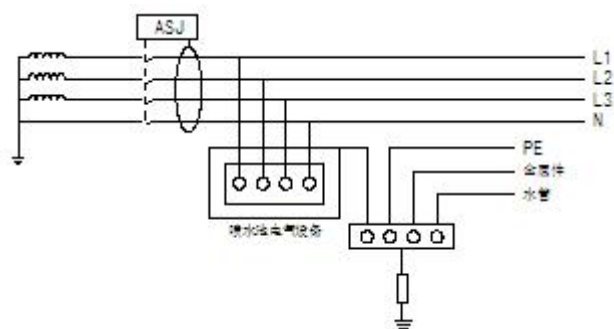
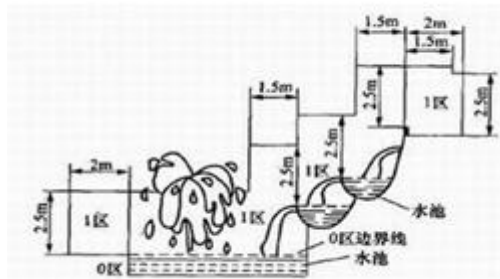


图 4 喷水池区域划分示例

图 5 喷水池配电系统

4、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沿保护线蔓延，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。

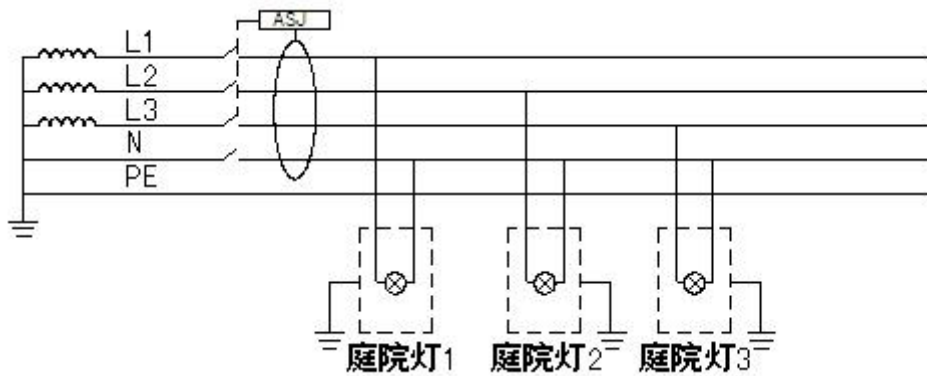


图 6 庭园灯配电系统

5、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 $\leq 1\Omega$ ，灯柱处发生接地故障时，灯柱对地电压 $\leq AC50V$ 。

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 30mA。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 0.1s，RCD 额定剩余动作电流 I_{Dn} 一般可按下述方法估算（建议）：

1) 供电距离超过 400m 但不超过 1000m， $I_{Dn} = 300\text{mA}$ ；

2) 供电距离超过 100m 但不超过 400m， $I_{Dn} = 100\text{mA}$ ；

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

4) 道路照明 TT 系统在每个路灯处可增设 RCD 进行单项接地故障保护。RCD 的动作电流 $\leq 30\text{mA}$ 。

如图 7 为道路照明系统防电击保护系统示意图。

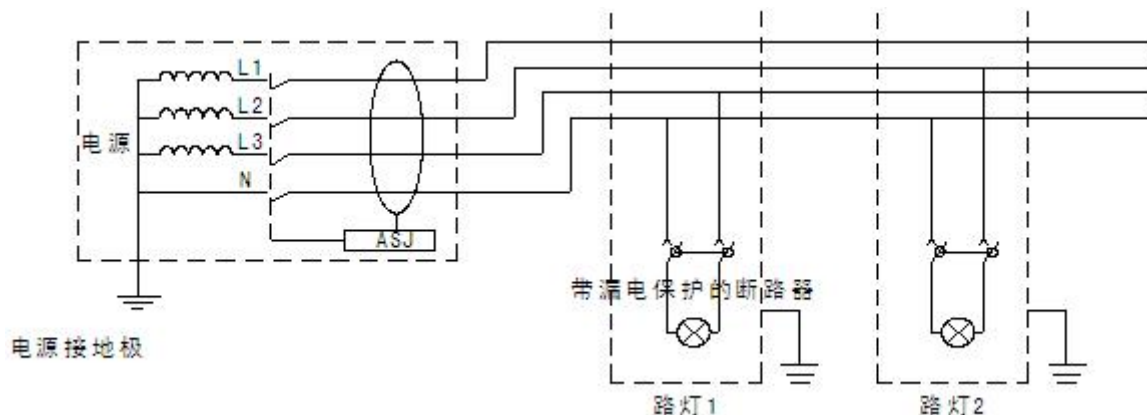


图 7 路灯照明 TT 系统

6、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。

文章来源：《电气时代》2017 年 10 期。

参考文献：

[1] 任元会. 工业与民用配电设计手册[M]. 北京:中国电力出版社, 2005. 924-943