

浪涌保护器 (SPD) 的接线方式和保护模式

Surge Protective Device (SPD) Connection Mode and Protection Mode

孙丹峰¹, 季幼章^{1,2}Sun Danfeng¹, Ji Youzhang^{1,2}

1. 苏州市电通电力电子有限公司 (苏州, 215011)

2. 中国科学院等离子体物理研究所 (合肥, 230031)

1.Suzhou Eleston Power Electronics Co., Ltd (Suzhou, 215011)

2.Institute of Plasma Physics Chinese Academy of Sciences (Hefei, 230031)

摘要: 本文综述了对于不同的接地系统, 浪涌保护器 (SPD) 的不同接线方式。这些连接方式称为保护模式。全模保护模式, 可以保障无论雷电过电压发生哪两类线之间, 都会有效地保护电子设备。

关键词: 浪涌保护器 接线方式 保护模式 接地系统

Abstract: This paper introduces different connecting methods of different earthing systems and surge protective devices (SPD), which are called protection mode. Full-model protection mode can protect electronic devices effectively when lightning overvoltage appears between whichever two wires.

Key words: SPD, Connection method, Protection mode, Earthing system

[中图分类号] TM86 [文献标识码] A 文章编号: 1561-0349 (2015) 03-0037-05

1 引言

浪涌保护器 (SPD) 用以限制瞬态过电压和引导浪涌电流的一种器具, 至少应包括一种非线性元件。

浪涌保护器安装在线路中, 当有过电压或过电流出现时, 浪涌保护器将对地导通, 实现对地分流, 从而达到间接等电位的目的。

本文综述了对于不同的接地系统, 浪涌保护器的不同接线方式。被称为保护模式。全模保护模式, 可以保障无论雷电过电压发生哪两类线之间, 都会有效地保护电子设备。

2 浪涌保护器的接线方式

2.1 共模方式和差模方式

浪涌保护器安装在线路中, 当有过电压或过电流出现时将对地导通, 实现对地分流, 达到间接等电位的目的。对于不同的接地型式, 浪涌保护器的接线方式可分为共模方式 (MC) 和差模方式 (MD)。

(1) 共模方式

共模方式为相线或中性线与保护 (接地) 线之间设置浪涌保护器的接线方式。接线形式 1 (CT1 接线) 就是在相线、中性线与保护 (接地) 线之间设置浪涌保护器, 常用于 TN 制配电系统, 也可有条件地用于 TT 制配电系统 [高压侧不接地系统或大电流接地系统, 但在高压、低压不共地情况下, TT 制配电系统浪涌保护器可推荐用接线形式 1 (CT1 接线)]。

(2) 差模方式

差模方式为相线与相线、相线与中性线之间设置浪涌保护器的接线方式。

(3) 接线形式 2 (CT2 接线)

CT2 接线即俗称的“3+1”接线, 就是在相线与中性线之间设置浪涌保护器, 同时在中性线与接地线之间设置浪涌保护器 (放电间隙)。

在大电流接地系统, 且高压、低压共地情况下, TT 制配电系统浪涌保护器的接线方式就 CT2 接线莫属 (主要是高压侧故障可能会引发低压侧出现高电位, TT 制配电系统浪涌保护器若不采用此种接线方式, 会在这种故障状态下招致毁灭

性损坏并导致电气故障，其原因是高压故障可能会持续 0.5s 左右，工频暂态过电压则会高达数百 V 甚至上千 V，非放电间隙型浪涌保护器 μs 级的过电压保护能力，不能胜任 ms 级的工频暂态过电压^[1-4]。

2.2 单相、三相及直流供电系统

(1) 在 220V 单相供电系统中，只需要选用二个保护模块组合。

(2) 在 380V 三相供电系统中，则需根据不同的供电接地系统，选择 3 个或 4 个保护模块组合。

(3) 在直流供电系统中，一般只需选用 2 个保护模块组合。

2.3 TN、TT 及 IT 不同配电接地系统

按 GB50054-95《低压配电设计规范》规定，供电系统的接地型式可分为：TN-S 系统（三相五线）、TN-C 系统（三相四线）、TN-C-S 系统（由三相四线改为三相五线）、TT 系统（三相四线，电源有一点与地直接连接，负荷侧电气装置外露可导电部分连接的接地极与电源接地极无电气联系）和 IT 系统（三相三线）。

对于不同的接地系统，浪涌保护器的接线方法不一样，一般有对地法和 N-PE 法两种保护，分别如图 1 和图 4 所示。

2.3.1 TN 配电系统

在变压器或发电机中性点直接接地的 380V/220V 三相四线低压电网中，将正常运行时不带电的用电设备的金属外壳，经公共的保护线与电源中性点直接电气连接。即过去称为三相四线制供电系统的保护接零。

在 TN 制式中，一般情况下，浪涌保护器接于相线、中性线与保护地线之间，作共模保护接法。

(1) TN-S 制配电系统

在 TN-S 制式的配电系统中，整个系统的中性线 (N) 与保护线 (PE) 是分开的，浪涌保护器需要选用 4 个保护模块组合，三根相线 (L_1, L_2, L_3) 和一根中性线 (N) 通过浪涌保护器连到保护 (PE) 线，称为对地保护模式 (三相)。图 1 示出 TN-S 制配电系统 SPD 接线。

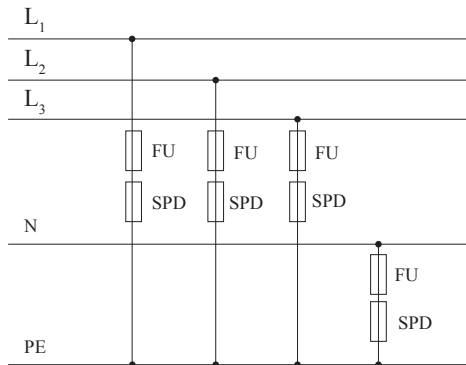


图 1 TN-S 制配电系统 SPD 接线

(2) TN-C 制配电系统

在 TN-C 制式的配电系统中，整个系统的中性线 (N) 与保护线 (PE) 合二为一，称为 PEN 线。浪涌保护器需要选用 3 个保护模块组合，3 根相线 (L_1, L_2, L_3) 通过浪涌保护器连到 PEN 线。图 2 示出 TN-C 制配电系统 SPD 接线。

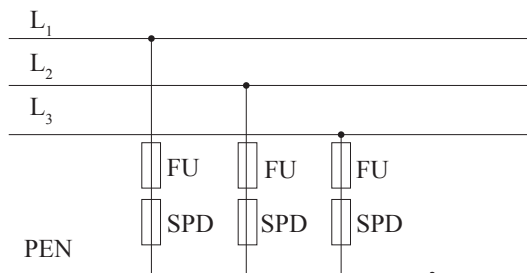


图 2 TN-C 制配电系统

(3) TN-C-S 制配电系统

本系统指如果前部分是 TN-C 方式供电，但为考虑安全供电，二级配电箱出口处分别引出 N 线及 PE 线，即在系统后部分二级配电箱后采用 TN-S 方式供电，这种系统总称为 TN-C-S 系统。

在 TN-C-S 制式配电系统中，N 线和 PE 线在低压侧未分开前 (含 PEN 线)，浪涌保护器常作为进线第一级保护，只需选用 3 个保护模块组合，三根相线 (L_1, L_2, L_3) 通过浪涌保护器连到 PEN 线。

PEN 线分开为 N 线和 PE 线后，浪涌保护器需选用 4 个保护模块组合，三根相线 (L_1, L_2, L_3) 和一根中性线 (N) 通过浪涌保护器连到 PE 线。图 3 示出 TN-C-S 制配电系统 SPD 接线。

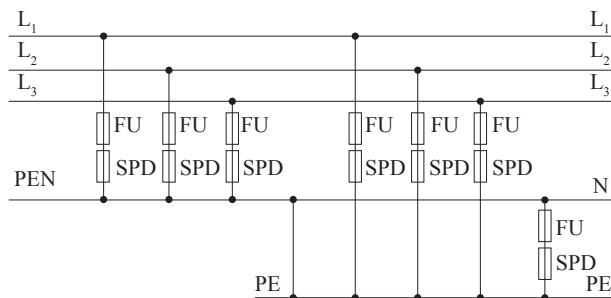


图 3 TN-C-S 制配电系统 SPD 接线

2.3.2 TT 配电系统

TT 系统的电源中性点直接接地，用电设备的金属外壳亦直接接地，且与电源中性点的接地无关，即为过去称三相四线制供电系统中的保护接地。

在 TT 制式配电系统中，浪涌保护器需要选用 3+1 保护模块组合。三根相线 (L_1, L_2, L_3) 通过电压限制型浪涌保护器连到中性线 (差模)，中性线 (N) 通过电压开关型浪涌保护器连到 PE 线 (共模)。称为 N-PE 法保护模式 (三相)。图

4 示出 TT 制配电系统 SPD 接线。

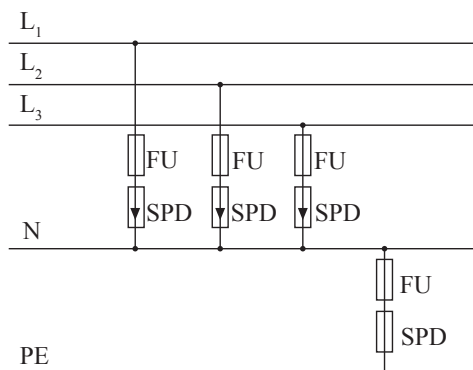


图 4 TT 制配电系统 SPD 接线

2.3.3 IT 配电系统

IT 系统的电源中性点是对地绝缘或经高阻抗接地，而用电设备的金属外壳直接接地，即为过去称三相三线制供电系统的保护接地。

在 IT 制式的配电系统中，因线路无中性线（N），浪涌保护器只需选用 3 个保护模块组合。三根相线（L₁，L₂，L₃）通过电压限制型浪涌保护器连到 PE 线（共模）。图 5 示出 IT 制配电系统 SPD 接线。

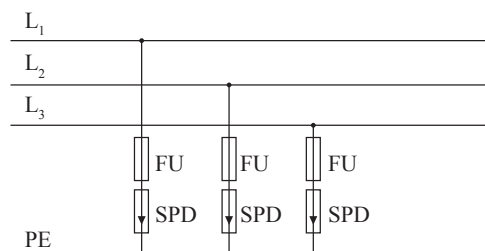


图 5 IT 配电系统 SPD 接线

2.4 浪涌保护器连接要求

表 1 给出浪涌保护器在低压交流配电系统中的安装（连接）形式。

表 1 按系统接地型式确定的浪涌保护器（SPD）的连接

浪涌保护器接于	浪涌保护器安装点的系统接地形式							
	TN-S 系统 装设依据		TN-C 系 统	TT 系统 装设依据		不引出中 性线的 IT 系统	引出中性线的 IT 系统 装设依据	
	接线形式 1	接线形式 2		接线形式 1	接线形式 2		接线形式 1	接线形式 2
每一相线和中性线间	+	o	不适用	+	o	不适用	+	o
每一相线和 PE 线间	o	不适用	不适用	o	不适用	o	o	不适用
中性线和 PE 线间	o	o	不适用	o	o	不适用	o	o
每一相线和 PEN 线间	不适用	不适用	o	不适用	不适用	不适用	不适用	不适用
相线间（L-L）间	+	+	+	+	+	+	+	+

o: 强制规定装设浪涌保护器
+: 需要时可增设浪涌保护器

接线形式 1（CT₁ 接线）：接在每一相线（和中性线）与总接地端子或接地保护线之间。

接线形式 2（CT₂ 接线）：接在每一相线与中性线之间和接在中性线与总保护端子或 PE 之间（对三相系统可称为“3+1”形式，对单相系统可称“1+1”形式）。

注：接线形式取决于被保护设备安防间接接触分类的类型（如 I 类设备有一 PE 线的带金属外壳的设备；II 类设备有一双重绝缘不带 PE 线的设备），如果设备不接地则 L（或 N）线对 PE 线间就不需要安装浪涌保护器，而 L-N 之间的浪涌保护器则是需要的。

3 浪涌保护器的保护模式

3.1 保护模式

保护模式——用于描述配电线路中浪涌保护器功能的配置情况。

浪涌保护器的保护元件可以连接在低压配电系统线路的相线与相线（L-L）、相线与中性线（L-N）、相线与保护线（L-PE）、中性线与保护线（N-PE）之间，且多种方式同时连接。这种连接方式称为保护模式，他们与供电系统的接地型式有关。

一般将相线与相线（L-L）之间或相线与中性线（L-N）之间的保护称为横向（差模）保护，相线（或中性线）与保护线（L（或 N）-PE）之间的保护称为纵向（共模）保护，统称全模保护。

在直流配电系统中可分为正极与负极（V₊-V₋）之间、正极与保护线（V₊-PE）之间、负极与保护线（V₋-PE）之间的 3 种保护模式^[5-6]。

3.2 保护模式分类

（1）共模模式

指保护模块接在相线与保护线（L-PE）、中性线与保护

线 (N-PE) 之间的保护模式, 三相 3 个 ~4 个模块。图 6 示出共模模式。共模模块保护的是设备内电路和器件对地的绝缘。

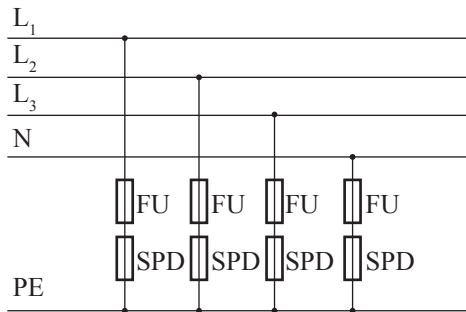


图 6 共模模式

(2) 差模模式

指保护模块接在相线与相线 (L-L) 之间或相线与中性线 (L-N) 之间的保护模式。

① 保护的是设备两个输入端之间的电路和器件本身。

② 接在相线对相线的差模模块, 保护的是设备内接于相线与相线之间器件。

(3) “3+1” 模式

3 个相线对中性线 (L-N) 模块是差模模块, 一个中性线对保护线 (N-PE) 模块可归之于共模模式。在 “3+1” 接法里, 各相对地 (L-PE) 保护是由差模模块和间隙模块共同实现的, 图 7 示出 “3+1” 接法。

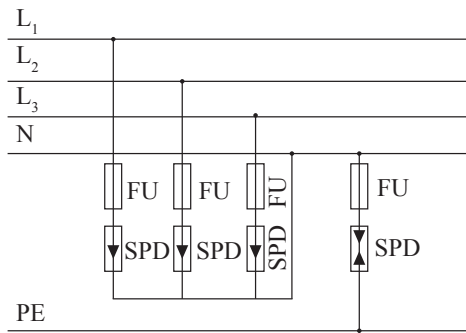


图 7 “3+1” 接法

(4) 全保护模式

指既有共模模式又有差模模式。通常所说全保护模式需三相 7 个模块, 不包括相与相间模块, 图 8 示出全保护模式。

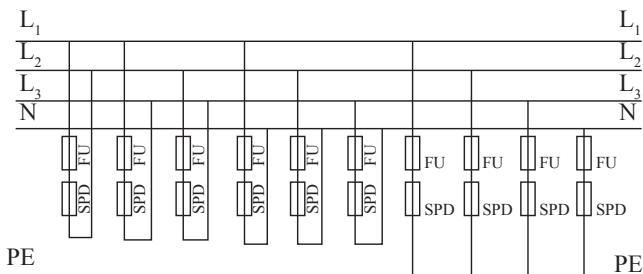


图 8 全保护模式

在图 8 中, 3 根火线通过浪涌保护器分别与中性线 (L-N) 相连, 3 根火线通过浪涌保护器与保护线 (N-PE) 相连, 中性线通过浪涌保护器与保护线 (N-PE) 相连, 3 根火线通过浪涌保护器分别 (L-L 相连, 全模式的浪涌保护器) 对浪涌电流经过的所有可能的线路都进行了保护。全保护模式保护设备对地及带电导体间的绝缘。

3.3 全模保护的优点

(1) 全保护模式浪涌保护器对浪涌电流经过的所有可能的线路都进行了保护

“3+1” 模式浪涌保护器的优点:

① 对带电导体 (相线或中性线) 与保护接地 (大地) 之间的过电压, 即对共模 (MC) 过电压可进行有效防护;

② 对 3 根火线之间、3 根火线与中性线之间的过电压, 即对带电导体之间产生的差模 (MD) 过电压未进行防护。

(2) 有利于对电网与浪涌保护器本身的防护

在全保护模块中, 除了有和 “3+1” 模式的相同的 3 根相线 L_1, L_2, L_3 对 N 线连接外, 还有 3 个 L-PE, 在拦截相线浪涌电流时, 可使浪涌电流分流, 减少 L-PE、N-PE 浪涌保护器元件的发热, 有利于对电网与浪涌保护器本身的防护。

(3) 不会出现电压保护水平失真和元件相应时间不匹配的问题

在不同的接地系统使用的浪涌保护器有不同的接法, “3+1” 模式浪涌保护器有可能使浪涌保护器的电压保护水平失真, 即产品的实际保护水平比产品说明上的保护水平要差。如在 TT 接地系统: GB50057-94(2000 版) 标准规定, L_1, L_2, L_3 对 N 线接 3 个保护模块, 能有效的拦截相线浪涌电压。当雷电浪涌使浪涌保护器导通放电时, 巨大的浪涌电流瞬间流向 N 线, 使 N 线电位上升, 所以, 必须给 N 线提供一个放电电流通道。对 N 线的放电, N-PE 使用气体放电管, 简称 3+1 组件。但这样一来, 就会造成以下 3 种情况。

① 电压抑制水平失真

由于气体放电管为非半导体元件, 响应时间慢, 导通电压比半导体元件 MOV 高, 从而抬高了整个浪涌保护器的导通电压, 使浪涌保护器有可能达不到产品说明上的 MOV 的电压抑制水平。这在客观上能减少浪涌保护器的动作次数, 一定程度上可以延长产品寿命, 但是却以降低了对配电系统的保护水平为代价。

② 响应时间不匹配

由于气体放电管为非半导体元件, 响应时间长, 反应较慢, 一方面从而抬高了整个浪涌保护器的响应时间, 另一方面在动作时间上的配合也存在问题。

③ 续流问题存在安全隐患

由于放电管的开启和关闭的时间都很长, 当浪涌电流 (μs)

计的)过去以后,放电管不能马上关闭,致使用户的工频电流在浪涌过去后、放电管关闭之前的这段时间将从浪涌保护器流过,由于阻抗小、电流大、发热迅速,有可能产生明火。因此,在安全上存在隐患。

4 结语

全模保护模式,可以保障无论雷电过电压发生哪两类线之间,都会有效地保护电子设备。同时,具有全保护功能的浪涌保护器可以一起启动泄放能量,避免了因浪涌保护器启动上的差异而造成的破坏,从而延长了浪涌保护器的使用寿命。

参考文献

- [1] 李顺康. 论电涌保护器 (SPD) 的正确选用. 2004 全国建筑电气行业高峰论坛论文集, 55~65 页
- [2] QX/T10.2-2007 电涌保护器 第 2 部分: 在低压电气系统中选择和使用原则
- [3] 关象石. 电源保护器 (SPD) 选择和使用 <http://wenku.baidu.com/view/19ffa419b7360b4c2e3f6415.htm?re=view>
- [4] 林卫东, 谢文平. 浪涌保护 (SPD) 的设置及在福建省的应用现状. <http://wenku.baidu.com/view/0c24ce2a647d27284b7351b7.html>
- [5] 岳朗. 浪涌保护器 (SPD) 的保护模式. <http://max.book118.com/html/2014/0317/6658//2.shtml>
- [6] 罗家俊. 常见进口电源浪涌保护器核心技术及参数特征的探讨. <http://www.docin.com/p-69072356.html>

北京新能源车或免过路费停车费

新能源汽车有望减免过路费、停车费。市政府办公厅日前发布《北京市 2013-2017 年清洁空气行动计划重点任务分解 2015 年工作措施》, 其中明确, 将出台相关减免方案。此外, 今年北京市将在公交、出租、环卫、物流、机场通勤、公安巡逻、分时租赁等领域全力推广新能源汽车。

鼓励个人购买新能源汽车

今年, 北京市将进一步实施鼓励个人购买使用新能源汽车的政策, 以减少机动车污染物排放。

在今年全年配置的 15 万个个人小客车指标中, 新能源汽车占到 3 万个, 比去年增加 1 万个。北京市还积极完善新能源小客车使用的政策和措施。3 月底前, 市发改委、市交通委牵头提出新能源汽车免费停车等政策方案; 市交通委、市科委、市发改委牵头提出新能源汽车减免过路费等政策方案, 并加快有关方案的出台。

新增燃油出租车 6 年报废

今年, 北京市将在公交、出租、环卫、物流、机场通勤、公安巡逻、分时租赁等领域全力推广新能源车。

年底前, 新增或更新公交车中, 新能源、清洁能源车辆比例力争达到 70% 左右, 更新 1000 辆以上的电驱动车和 1500 辆左右的天然气车或欧六标准柴油车; 新增、更新燃油出租车实施 8 年改 6 年强制报废标准, 积极推进使用电动出租车; 新增纯电动和清洁能源环卫车辆 387 辆, 占比累计达到 40%; 市邮政管理局将全年累计更新老旧邮政车 150 辆, 城区内邮政配送新能源车辆比例达到车辆总规模的 20%; 市交通委还将组织发展绿色货运, 年底前实现“绿色车队”规模达到 5 万辆, 同时修订发布北京市绿色货运补贴奖励政策。

织密新能源车充换电网络

北京市将加快新能源和清洁能源车配套设施建设, 尤其是公交、出租等公共领域充换电站建设力度, 解决新能源车的续航问题。

今年北京市将在社会公共停车场、交通枢纽停车场、大型商超停车场、高速公路服务区、电动汽车专业销售店、具备条件的加油站等区域加快建设快速充电桩, 进一步加密城市充换电网络, 满足新能源汽车使用需求, 并研究制定配套鼓励政策。

北京市还将在各类科技、工业、环保、大学园区等公共区域, 以及园区单位院内、市域内主要景区、市级政府机关等地建设大客车充电设施, 并协调推动京津冀主要道路和区域的公共加气站建设。