(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103036224 B
(45)授权公告日 2015.03.11

(21)申请号 201210579143.3

(22)申请日 2012.12.27

(73)专利权人 徐大鹏
地址 518000 广东省深圳市南山区南光路南苑新村东区5栋C座602

(72)发明人 徐大鹏

(74)专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事务所（普通合伙） 44285
代理人 唐华明

(51)Int.Cl.
H02H 9/04(2006.01)
H02H 9/06(2006.01)

审查员 张莹

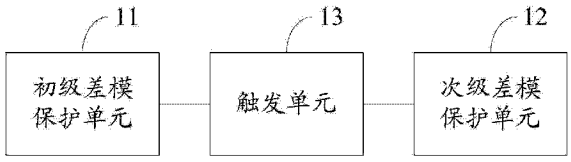
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种低残压电源防雷保护装置

(57)摘要

本发明公开了一种低残压电源防雷保护装置，包括：初级差模保护单元、次级差模保护单元和触发单元；其中：初级差模保护单元通过触发单元与次级差模保护单元电连接，初级差模保护单元实现浪涌电流泄放、输入过电压触发保护和浪涌功率消耗；次级差模保护单元对残余的浪涌电流进行泄放并消耗残余功率；触发单元对初级差模保护单元和次级差模保护单元所需的触发电压进行放大，加速并实现两级保护单元的触发启动。本发明可以直接与设备的交流或直流电源模块、或电源接口、甚至是设备电源线等组合在一起，构成具备防雷击、防浪涌功能的电源输入系统。



CN 103036224 B

1. 一种低残压电源防雷保护装置，其特征在于，包括：初级差模保护单元、次级差模保护单元和触发单元；其中：

所述初级差模保护单元通过所述触发单元与所述次级差模保护单元电连接，所述初级差模保护单元实现浪涌电流泄放、输入过电压触发保护和浪涌功率消耗；

所述次级差模保护单元对残余的浪涌电流进行泄放并消耗残余功率；

所述触发单元对所述初级差模保护单元和所述次级差模保护单元启动所需的触发电压进行放大，加速并实现两级保护单元的触发启动；

其中，所述初级差模保护单元包括：第三功率耗散模块和输入触发模块；其中：

所述第三功率耗散模块和所述输入触发模块串联后连接在电源输入两端；

所述输入触发模块实现浪涌电流泄放和输入过电压触发保护；

所述输入触发模块与触发单元连接，由触发单元输出信号触发启动；

所述第三功率耗散模块实现初级浪涌电压钳制和功率消耗；

其中，所述次级差模保护单元包括：第四功率耗散模块和输出过压触发模块；其中：

所述第四功率耗散模块和所述输出过压触发模块串联后连接在电源输出两端；

所述输出过压触发模块还与所述触发单元以及输入触发模块电连接；

所述输出过压触发模块实现当输出电压超过触发门限时触发启动次级保护、或根据所述触发单元输出信号或输入触发模块的状态触发启动次级保护；

其中，所述触发单元包括：隔离触发变压器和限流模块；其中：

所述隔离触发变压器的原边分别与所述第三功率耗散模块的输入端和第四功率耗散模块的输入端连接，次边分别与所述第三功率耗散模块的输入端和限流模块连接；

所述限流模块分别与所述输入触发模块和所述输出过压触发模块连接；

所述隔离触发变压器对所述初级差模保护单元和次级差模保护单元启动所需要的触发电压进行放大，加速并实现所述初级差模保护单元和次级差模保护单元的触发启动过程，且根据所述隔离触发变压器原边线圈的电感效应对输出电流的增长率进行限制；

所述限流模块在所述输入触发模块和所述输出过压触发模块被触发后，实现对所述隔离触发变压器副边线圈的续流限制。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，还包括共模冲击保护单元，所述共模冲击保护单元与所述初级差模保护单元电连接，提供共模冲击保护。

3. 根据权利要求 2 所述的装置，其特征在于，所述共模冲击保护单元包括：第一功率耗散模块、第二功率耗散模块和共模触发模块；其中：

所述第一功率耗散模块和所述第二功率耗散模块串联后连接在电源两端；

所述共模触发模块一端与所述第一功率耗散模块和所述第二功率耗散模块串联的中点连接，另一端与负载设备或系统的保护地连接。

4. 根据权利要求 3 所述的装置，其特征在于，所述第一功率耗散模块和所述第二功率耗散模块由压敏电阻或瞬态抑制二极管构成。

5. 根据权利要求 4 所述的装置，其特征在于，所述共模触发模块由气体放电管、固体放电管、玻璃放电管或空气放电间隙构成。

6. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第三功率耗散模块由压敏电阻或瞬态抑制二极管构成。

7. 根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述输入触发模块由气体放电管、固体放电管、玻璃放电管或空气放电间隙构成。

8. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第四功率耗散模块由电阻、压敏电阻、瞬态抑制二极管或稳压二极管构成。

9. 根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于，所述输出过压触发模块由固体放电管、气体放电管、玻璃放电管或双向可控硅放电元件构成。

10. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述限流模块由电阻、压敏电阻、稳压二极管、瞬态抑制二极管、固体放电管、玻璃放电管或气体放电管构成。

一种低残压电源防雷保护装置

技术领域

[0001] 本发明涉电子及电器设备技术领域，更具体地说，涉及一种低残压电源防雷保护装置。

背景技术

[0002] 防雷击、防浪涌是目前电子电器设备安全应用领域的一个重点技术方向。特别是对于电子电器设备本身的电源系统的防雷击和防浪涌要求，在相关设备领域已经建立了相关的国际和国家标准。如何满足这些标准，成为了这些设备领域内的设计、生产、装配、应用的重要课题。

[0003] 雷击和浪涌的主要表现就是在极短的时间内，在传输导体上出现一个快速变化的高电压、大电流能量冲击，其瞬时功率可以达到数百到数千千瓦，甚至数十兆瓦的水平。当这些能量冲击直接作用于电子电器设备内的元件上的时候，相关元件无法承受这样大的能量冲击而出项损毁，从而导致设备损坏，甚至出现连锁事故，例如击穿设备绝缘保护，出现漏电人身伤害事故等。

[0004] 雷击和浪涌的表现方法又有共模冲击和差模冲击两种模式。所谓差模冲击，是指在传输导体回路上产生的冲击，其典型表现就是在电力输入和火线和零线之间产生的高电压、大电流冲击；而共模冲击则是在传输导体回路和某个公共基准参考点之间的冲击，例如在火零线和公共保护地之间产生的高电压、大电流冲击。差模冲击主要对设备输入级产生严重威胁，而共模冲击则可能击穿设备绝缘保护，导致设备内部漏电或外壳漏电。为此，人们研究了很多雷击和浪涌防护方案来避免其危害，目前最为常见的电源输入防雷单元是采用压敏电阻和气体放电管组成的防护单元，对共模雷击和差模雷击进行防护。图 1 所示即为最常见的电路方案。

[0005] 在图 1 所示方案中，压敏电阻 MOV1、MOV2 和气体放电管 GDT 构成共模防护单元，压敏电阻 MOV3 则承担差模防护功能。该方案的优点是电路简单，易于实现，成本低。

[0006] 但该方案同时也存在相当明显的缺点：MOV3 直接并联在火线和零线之间，在正常交流输入下会产生漏电流，导致器件发热，加速其老化失效，甚至引起短路事故；为了尽可能压低其正常输入下的漏电流，就不得不提高其耐压参数，这样一来，当雷击和浪涌冲击来临的时候，其两端电压就会被抬到比较高的程度，也就是说会留下比较高的“残压”。一般来说，目前最常见方案的这个残压在 1000V 以上，有些甚至可以达到 1500V 以上，对于后级设备的威胁依然很大。

[0007] 针对上述缺点，人们又提出了如图 2 所示的改进方案：在图 2 所示改进方案中，MOV3 支路串进了一个气体放电管 GDT2，火线上串进了一个电感 L1，输出端并联了一个瞬态抑制二极管（TVS）、或半导体放电管（TSS）、或玻璃放电管。

[0008] 其改进原理如下：正常工作时，GDT2 处于开路状态，使得 MOV3 与火 / 零线回路分断，这就解决了压敏电阻的漏电和老化问题；但由于 GDT2 的串入，更加抬高了 MOV3/GDT2 支路的保护启动电压，因此，后级采用 TVS 等单元作为钳位控制，进一步泄放电流，避免后级

设备面临高残压危险；电感 L1 则主要用来隔离冲击期间 MOV3 支路和 TVS 支路的压差，同时限制其输出电流增长率。

[0009] 图 2 所示方案原理上与图 1 方案相比有明显改善，但实际应用却比较少，主要是由于以下原因：

[0010] 其一，GDT2 的串入，抬高了前级保护的启动电压，延缓了冲击时的启动时刻，导致更多的能量冲入后级。这是由于为了保证 GDT 在正常输入电压下不被击穿，其击穿电压必须选得比较高，而且气体放电管的一个特性是电压变化越快，所需要的击穿电压就越高，瞬态冲击击穿电压要远远高于其直流击穿电压，针对雷击浪涌冲击保护功能所要求的击穿电压，一般都会达到 1000V 以上，对于保护启动时刻的延迟比较严重；另外就是 GDT 本身的动作时间也比较长，二者的综合作用使得保护效果受到很大影响；

[0011] 其二，TVS 本身的电流容量比较小，功率容量也偏小，在钳位电压比较高的时候，能量消耗能力不足是个很大的缺陷。如果采用 TSS 作为后级保护，可以实现比较低的导通钳位电压，能量消耗能力不足的缺陷得到缓解，但又存在冲击过后的续流问题，而且有可能导致后级设备缺失半个交流周波，引发其它异常；

[0012] 其三，为了适应后级保护单元的功率容量限制，不得不将绝大部分冲击能量限制在前级消耗或泄放，因此就不得不将 L1 的电感值做到比较大，工艺和成本上存在困难不说，还可能引发比较大的阻抗特性变化，对后级设备产生影响，引入其它方面的问题。

发明内容

[0013] 有鉴于此，本发明提供一种低残压电源防雷保护装置，以实现可以直接与设备的交流或直流电源模块、或电源接口、甚至是设备电源线等组合在一起，构成具备防雷击、防浪涌功能的电源输入系统。

[0014] 为解决上述技术问题，本发明采用的技术方案为：一种低残压电源防雷保护装置，包括：初级差模保护单元、次级差模保护单元和触发单元；其中：

[0015] 所述初级差模保护单元通过所述触发单元与所述次级差模保护单元电连接，所述初级差模保护单元实现浪涌电流泄放、输入过电压触发保护和浪涌功率消耗；

[0016] 所述次级差模保护单元对残余的浪涌电流进行泄放并消耗残余功率；

[0017] 所述触发单元对所述初级差模保护单元和所述次级差模保护单元启动所需的触发电压进行放大，加速并实现所述输入触发模块和输出过压触发模块的触发启动。

[0018] 优选地，所述装置还包括共模冲击保护单元，所述共模冲击保护单元与所述初级差模保护单元电连接，提供共模冲击保护。

[0019] 优选地，所述共模冲击保护单元包括：第一功率耗散模块、第二功率耗散模块和共模触发模块；其中：

[0020] 所述第一功率耗散模块和所述第二功率耗散模块串联后连接在电源两端；

[0021] 所述共模触发模块一端与所述第一功率耗散模块和所述第二功率耗散模块串联的中点连接，另一端与地连接。

[0022] 优选地，所述第一功率耗散模块和所述第二功率耗散模块由压敏电阻或瞬态抑制二极管构成。

[0023] 优选地，所述共模触发模块由气体放电管、固体放电管、玻璃放电管或空气放电间

隙构成。

[0024] 优选地，所述初级差模保护单元包括：第三功率耗散模块和输入触发模块；其中：

[0025] 所述第三功率耗散模块和所述输入触发模块串联后连接在电源输入两端；

[0026] 所述输入触发模块实现浪涌电流泄放和输入过电压触发保护；

[0027] 所述第三功率耗散模块实现初级浪涌电压钳制和浪涌功率消耗。

[0028] 优选地，所述第三功率耗散模块由压敏电阻或瞬态抑制二极管构成。

[0029] 优选地，所述输入触发模块由气体放电管、固体放电管、玻璃放电管或空气放电间隙构成。

[0030] 优选地，所述次级差模保护单元包括：第四功率耗散模块和输出过压触发模块；其中：

[0031] 所述第四功率耗散模块和所述输出过压触发模块串联后连接在电源输出两端；

[0032] 所述输出过压触发模块还与所述输入触发模块电连接；

[0033] 所述输出过压触发模块实现当输出电压超过触发门限时触发次级保护、或者根据所述触发单元输出信号以及输入触发模块的状态触发启动次级保护。

[0034] 优选地，所述第四功率耗散模块由电阻、压敏电阻、瞬态抑制二极管或稳压二极管构成。

[0035] 优选地，所述输出过压触发模块由固体放电管、气体放电管或双向可控硅放电元件构成。

[0036] 优选地，所述触发单元包括：隔离触发变压器和限流模块；其中：

[0037] 所述隔离触发变压器的原边分别与所述第三功率耗散模块的输入端和第四功率耗散模块的输入端连接，次边分别与所述第三功率耗散模块的输入端和限流模块连接；

[0038] 所述限流模块分别与所述输入触发模块和所述输出过压触发模块连接；

[0039] 所述隔离触发变压器对所述初级差模保护单元和次级差模保护单元启动所需的触发电压进行放大，加速并实现所述初级差模保护单元和次级差模保护单元的触发启动过程，且根据所述隔离触发变压器原边线圈的电感效应对输出电流的增长率进行限制；

[0040] 所述限流模块在所述输入触发模块和所述输出过压触发模块被触发后，实现对所述隔离触发变压器副边线圈的续流限制。

[0041] 优选地，所述限流模块由电阻、压敏电阻、稳压二极管、瞬态抑制二极管、固体放电管、玻璃放电管或气体放电管构成。

[0042] 从上述的技术方案可以看出，本发明公开的一种低残压电源防雷保护装置，分成共模防护和差模防护两个部分，其中差模防护部分是由两级防护系统构成，在面临差模雷击和浪涌冲击时，两级防护系统协调动作，使得最终输出的冲击电压和冲击电流都被大大削弱，并能够可靠限制在后级设备所能承受的水平之下。

附图说明

[0043] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0044] 图 1 为现有技术中的电源防雷保护装置的结构示意图；

[0045] 图 2 为现有技术中的另一电源防雷保护装置的结构示意图；

[0046] 图 3 为本发明实施例公开的一种低残压电源防雷保护装置的结构示意图；

[0047] 图 4 为本发明另一实施例公开的一种低残压电源防雷保护装置的结构示意图；

[0048] 图 5 为本发明另一实施例公开的一种低残压电源防雷保护装置的结构示意图；

[0049] 图 6 为本发明另一实施例公开的一种低残压电源防雷保护装置的结构示意图。

具体实施方式

[0050] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0051] 本发明实施例公开了一种低残压电源防雷保护装置，以实现可以直接与设备的交流或直流电源模块、或电源接口、甚至是设备电源线等组合在一起，构成具备防雷击、防浪涌功能的电源输入系统。

[0052] 如图 3 所示，一种低残压电源防雷保护装置，包括：初级差模保护单元 11、次级差模保护单元 12 和触发单元 13；其中：

[0053] 初级差模保护单元 11 通过触发单元 13 与次级差模保护单元 12 电连接，初级差模保护单元 11 实现电流泄放、输入过电压触发保护和功率消耗；

[0054] 次级差模保护单元 12 对残余的电流进行泄放和残余功率消耗；

[0055] 触发单元 13 对初级差模保护单元 11 和次级差模保护单元 12 的触发电压进行放大。

[0056] 在上述实施例中，差模防护部分是由两级防护系统构成，在面临差模雷击和浪涌冲击时，两级防护系统协调动作，使得最终输出的冲击电压和冲击电流都被大大削弱，并能够可靠限制在后级设备所能承受的水平之下。

[0057] 在上述实施例的基础上，本发明的另一实施例还公开了一种低残压电源防雷保护装置，如图 4 所示，包括：共模冲击保护单元 21、初级差模保护单元 22、次级差模保护单元 23 和触发单元 24；其中：

[0058] 共模冲击保护单元 21 与初级差模保护单元 22 电连接，提供共模冲击保护；

[0059] 初级差模保护单元 22 通过触发单元 24 与次级差模保护单元 23 电连接，初级差模保护单元 22 实现电流泄放、输入过电压触发保护和功率消耗；

[0060] 次级差模保护单元 23 对残余的电流进行泄放和残余功率消耗；

[0061] 触发单元 24 对初级差模保护单元 22 和次级差模保护单元 23 的触发电压进行放大。

[0062] 具体的，在上述实施例的基础上增加了共模冲击保护单元，提供了共模冲击保护。

[0063] 本发明的另一实施例还公开了一种低残压电源防雷保护装置，如图 5 所示，共模冲击保护单元包括第一功率耗散模块 PD1、第二功率耗散模块 PD2 和共模触发模块 CMT；其中：

[0064] 第一功率耗散模块 PD1 和第二功率耗散模块 PD2 串联后连接在电源 (L、N) 两端；

[0065] 共模触发模块 CMT 一端与第一功率耗散模块 PD1 和第二功率耗散模块 PD2 串联的中点连接，另一端与地 PE 连接；

[0066] 具体的，第一功率耗散模块 PD1 和第二功率耗散模块 PD2 为压敏电阻或瞬态抑制二极管，共模触发模块 CMT 为气体放电管或固体放电管；

[0067] 初级差模保护单元包括第三功率耗散模 PD3 块和输入触发模块 IVT；其中：

[0068] 第三功率耗散模块 PD3 和输入触发模块 IVT 串联后连接在电源 (L、N) 两端；

[0069] 输入触发模块 IVT 实现电流泄放和输入过电压触发保护；

[0070] 第三功率耗散模块 PD3 实现初级电压钳制和功率消耗；

[0071] 具体的，第三功率耗散模块 PD3 为压敏电阻或瞬态抑制二极管，输入触发模块 IVT 为气体放电管、固体放电管或玻璃放电管；

[0072] 次级差模保护单元包括第四功率耗散模块 PD4 和输出过压触发模块 OVT；其中：

[0073] 第四功率耗散模块 PD4 和输出过压触发模块 OVT 串联后连接在电源 (L、N) 两端；

[0074] 输出过压触发模块 OVT 还与输入触发模块 IVT 电连接；

[0075] 输出过压触发模块 OVT 实现当输出电压超过触发门限时触发次级保护和根据输入触发模块 IVT 的状态进行触发；

[0076] 触发单元包括隔离触发变压器 T1 和限流模块 CLU；其中：

[0077] 隔离触发变压器 T1 的原边分别与第三功率耗散模块 PD3 的输入端和第四功率耗散模块 PD4 的输入端连接，次边分别与第三功率耗散模块 PD3 的输入端和限流模块 CLU 连接；

[0078] 限流模块 CLU 分别与输入触发模块 IVT 和输出过压触发模块 OVT 连接；

[0079] 隔离触发变压器 T1 对初级差模保护单元 22 和次级差模保护单元 23 的触发电压进行放大，且根据隔离触发变压器 T1 原边线圈的电感效应对输出电流的增长率进行限制；

[0080] 限流模块 CLU 实现对输入触发模块 IVT 触发后隔离触发变压器 T1 副边线圈的续流限制；

[0081] 具体的，限流模块 CLU 为电阻、压敏电阻、瞬态抑制二极管、固体放电管、玻璃放电管或气体放电管。

[0082] 上述实施例的工作原理为：

[0083] 1、对于共模冲击：当输入端 L、N 出现对 PE（保护地线）的高电压冲击时，只要冲击电压高于（PD1 ＋ CMT）或（PD2 ＋ CMT）两个支路中任一路的击穿电压，共模触发模块 CMT 即可触发导通，并进入大电流放电状态，此时共模触发模块 CMT 两端电压很低，绝大部分冲击电压都分别加载在第一功率耗散模块 PD1 和第二功率耗散模块 PD2 上，并出现大电流放电，消耗大部分冲击功率，并将两个输入端 L、N 对保护地的电压钳制在其导通电压上，避免后级设备的输入端出现对保护地的高压冲击，从而实现保护效果。

[0084] 2、对于差模冲击，情况要复杂一些，是由初级保护单元、次级保护单元和初 / 次级启动触发单元三个单元协同动作，实现其保护功能，具体过程如下：

[0085] 当输入端 L、N 之间出现冲击电压（或冲击电流）时，隔离触发变压器 T1 的原边线圈表现出电感效应，压制电流增长，并在其上产生感生压降；其后有两种途径导致初 / 次级触发启动单元动作：

[0086] 途径一：输入冲击幅度足够高，直接在隔离触发变压器 T1 原边线圈电感上产生足

够高的电压冲击，经变压器副边放大后足以启动输入触发模块 IVT ；

[0087] 途经二 ：输入冲击幅度比较低时，隔离触发变压器 T1 原边线圈感生电压幅度也比较低，副边输出不足以直接启动输入触发模块 IVT。但当隔离触发变压器 T1 副边输出幅度达到启动输出过压触发模块 OVT 的门限，或者是随着冲击持续将输出端（Output）电压抬高至输出过压触发模块 OVT 的触发值时，输出过压触发模块 OVT 导通，第四功率耗散模块 PD4 承受输出电压，并开始泄放冲击电流。由于输出过压触发模块 OVT 由关断到导通，其两端电压陡降，使得 Output 节点电压被拉低，从而导致隔离触发变压器 T1 原边线圈两端出现一个比较大的压差冲击脉冲 ；

[0088] 隔离触发变压器 T1 原边线圈的压差冲击在副边放大，通过限流模块 CLU 施加到输入触发模块 IVT 上，此时输入触发模块 IVT 所承受的电压为输入端（Input）节点电压加上隔离触发变压器 T1 副边感生电压的触发分量，可以大大高于输入端电压，很容易即可达到输入触发模块 IVT 触发导通所需要的电压和电流门限 ；

[0089] 输入触发模块 IVT 触发启动后，进入低端压大电流放电状态，此时输入端压主要加载在第三功率耗散模块 PD3 两端，因此第三功率耗散模块 PD3 开始泄放冲击电流，并将初级电压钳位 ；

[0090] 输入触发模块 IVT 启动后，其输出施加到输出过压触发模块 OVT 触发端，若输出过压触发模块 OVT 此前未被启动，此时也将被启动，输出电压加载在第四功率耗散模块 PD4 两端，因此第四功率耗散模块 PD4 开始泄放冲击电流，并将输出电压钳位 ；

[0091] 输入触发模块 IVT 及输出过压触发模块 OVT 都启动后，隔离触发变压器 T1 原边线圈压差为第三功率耗散模块 PD3 和第四功率耗散模块 PD4 的钳位电压之差（也可称为“残压差”），这个差值相对来说比较小而且相对稳定，此时副边电流在限流模块 CLU 作用下饱和，隔离触发变压器 T1 原边又体现出电感效应，因此其输出电流的增长率在较低的“残压差”的制约下，也被限制在较低水平 ；

[0092] 对于输出端（Output）来说，两级保护启动后，隔离触发变压器 T1 输出的电流增长率降低，第三功率耗散模块 PD3、第四功率耗散模块 PD4 启动泄流又分流了隔离触发变压器 T1 原边输出电流，二者共同作用的效果是对后级设备的输出电流不再增长，甚至下降。

[0093] 最终后级设备输入端承受的电压为第四功率耗散模块 PD4 的钳位电压，输入电流不再增长，二者共同作用的效果是其冲击馈入能量不再增长，后级设备得到有效保护。

[0094] 3、目标设备异常时的保护 ：当目标负载设备异常，在其电源输入端产生高压冲击输出时，如果冲击幅度达到输出过压触发模块 OVT 的触发值，输出过压触发模块 OVT 导通，第四功率耗散模块 PD4 承受该冲击电压，并开始泄放冲击电流，最后将其钳制在第四功率耗散模块 PD4 的钳位电压下。这样可以对目标设备输入级实现保护，并防止该冲击通过电源线对临近设备产生影响。

[0095] 本发明的基本原理是对馈入的过剩浪涌冲击能量进行旁路泄放和功率消耗，保护动作过程中电源输出不出现中断的情况，负载设备可以维持正常的工作状态 ；

[0096] 在差模保护部分，输入触发模块 IVT 和输出过压触发模块 OVT 分别将主要保护元件功率耗散及第三功率耗散模块 PD3 和第四功率耗散模块 PD4 从电源输入线之间隔离开，避免其漏电流产生不良影响。因为这两个模块最常用的元件是压敏电阻，而压敏电阻在正常工作条件下的漏电流是个影响器件可靠性的严重问题，本方案有效地避免了正常工作时

的漏电流现象，同时避免了因漏电流引发的压敏电阻发热老化现象，使得整个单元的可靠性和寿命大幅度提高；

[0097] 在采用压敏电阻作为功率消耗和电压钳位模块时，本方案很好地解决了输出残压值和漏电流之间的矛盾。一般说来，压敏电阻耐压参数越低，输出残压参数就越低，对后级设备的保护效果就越好。但耐压参数选得比较低时，正常工作条件下的漏电流又会比较大，从而带来器件发热，最终影响产品的可靠性和寿命。在本方案中，因为第三功率耗散模块 PD3 和第四功率耗散模块 PD4 在正常工作状态下被隔离，不必考虑其漏电流影响，其耐压参数就可以大幅度放宽，可以完全根据设计目标要求的泄放电流容量参数和允许残压参数进行选择，从而实现大电流容量、低残压的设计目标。这个改善在面临大能量、高强度的浪涌冲击时优势更加明显。

[0098] 当采用气体放电管作为输入触发单元时，本方案中因为隔离触发变压器 T1 的存在，使得输入端电压在远低于气体放电管冲击击穿电压的时刻即可启动泄流保护。保护启动得越早，输出的电压和电流增长时间越短，后级设备承受的冲击能量就越小，保护效果就越好。由于雷击和浪涌冲击一般都是一个瞬态过程，因此对于传统的气体放电管加压敏电阻的方案，输入端电压必须高于气体放电管的冲击击穿电压后，才可能发生气体放电管的击穿，实现保护效果。对于气体放电管来说，冲击击穿电压要远远高于其直流击穿电压，而其直流击穿电压参数受到正常工作电压参数限制，不可能设置得很低。这就导致对比的传统方案在雷击浪涌输入条件下的气体放电管击穿电压门限会比较高，输入端电压达到保护启动之前，仍然会有比较大的能量传输到后级设备，影响了保护的效果。在本方案中，作为输入触发模块 IVT 的气体放电管在冲击条件下，所承受的是输入电压和隔离触发变压器 T1 副边反馈电压之和，因此可以在输入电压比较低的时刻即发生击穿，加速了保护单元的启动；

[0099] 对于标准的电源输入端浪涌测试波形来说，其电压冲击为 1.2/50us 波形，电流冲击为 8/20us，其上升和下降时间宽度相对来说都有一定的限制。而实际应用环境下的雷击和浪涌波形千变万化，冲击幅度、冲击时间、上升斜率等参数可能与测试波形存在比较大的差异。如此一来，传统的气体放电管加压敏电阻的方案因为保护启动电压门限比较高，就可能会在某些特殊条件无法启动保护功能，例如对于输入冲击幅度略低于启动门限，但冲击时间比较长的情况，就有可能无法触发保护动作，导致冲击能量馈入后级设备，产生严重威胁。而本方案则在此方面有比较明显的改善，只要输出端电压达到触发门限，次级保护单元就会先触发，实现保护功能，然后由次级保护单元启动所产生的下拉脉冲可以反馈到输入触发单元，启动初级保护单元，以达到更好的保护效果。并且次级保护单元的输出端触发门限值可以根据后级设备的要求灵活设定，这样一来，可以保证输出端电压始终保持在后级设备的安全门限以下，从而达到最佳的保护效果。

[0100] 在本方案中，差模冲击能量的泄放和消耗主要靠初级保护单元完成，次级保护单元主要负责初级保护单元的启动和残余能量的泄放消耗，因此，次级保护单元的参数选择可以放宽，有利于整个方案的成本控制；

[0101] 在本方案中，输入的冲击能量主要是通过单元内部的电压钳位及功率耗散模块主动消耗，对于冲击源的输出阻抗特性适应能力强。而某些传统的防雷方案只考虑电压钳位和电流泄放，需要依靠冲击源本身、或传输线路的输出阻抗消耗能量，这在某些情况下就无

法达到预期的保护效果；

[0102] 在本方案中，两级保护单元设计以及变压器原边电感效果的存在，使得两级保护启动后的电流增长率受到两级泄放回路残压之差和变压器原边电感量的限制，也就是说输出的冲击残余电压和残余电流都可以通过设计参数选择进行主动控制，而不需要依赖后级设备输入端的阻抗特性。对于后级设备的适应性大幅度提高。传统的防雷保护方案只注重输出残压控制，但相同的残压对于容性负载或感性负载所表现的残余冲击能量是完全不同的。因此，传统的防雷保护往往必须根据负载特性进行绑定设计才能达到预期效果，本方案就无需进行类似的绑定；

[0103] 在本方案中，防雷防浪涌单元有可能独立于冲击源和负载进行设计，将其做成独立模块。作为安全防护易损件来说，独立模块可以使得系统设计更加灵活，维护管理更为方便。例如，当防雷单元与后级设计集成在一起的时候，一旦冲击超出保护能力，防雷单元损毁的时候，就必须对整个设备进行维修；而当防雷单元采用独立防雷模块的时候，模块损毁时，只需更换即可；

[0104] 该保护方案不仅可以防止外部馈入的浪涌对负载设备产生威胁，而且在负载设备异常并在其电源输入产生冲击时，该保护方案还可以限制负载设备所产生的冲击电压幅度，实现对负载设备输入级的保护，并避免冲击反馈到电网，实现对邻近设备的保护。

[0105] 如图 6 所示，为应用于大功率设备的防雷电源输入单元，具体的：以金属氧化物压敏电阻 MOV1、MOV2 和气体放电管 GDT1 构成共模保护单元；

[0106] 以金属氧化物压敏电阻 MOV3 和气体放电管 GDT2 构成初级差模保护单元；

[0107] 以金属氧化物压敏电阻 MOV4 构成次级差模保护单元；

[0108] 以双向可控硅构成输出过压触发单元；

[0109] 金属氧化物压敏电阻 MOV5 及电阻 RT 构成技术方案中的变压器副边限流单元；

[0110] 从产品安全性角度考虑，在火线 L 输入端增加了慢熔保险丝 FUSE1；

[0111] 从产品安全性角度考虑，保护地 PE 接到后级设备端。

[0112] 共模保护单元中：气体放电管 GDT1 直流耐压参数需参考设备绝缘要求，瞬态击穿电压参数需参考防雷等级要求确定，冲击电流容量参考防雷等级参数确定；

[0113] 压敏电阻 MOV1 和 MOV2，其耐压参数必须保证在正常工作输入电压时的最大漏电流低于允许的安全值，冲击电流容量参考防雷等级要求参数确定；参数选择时，必须考虑实际应用时该元件的散热条件。

[0114] 差模保护单元中：隔离触发变压器 T1 原边电感量在 1uH 至 100uH 量级，必须保证在设定的冲击电流变化率下能够产生足够的原边压差，同时在最大输出冲击电流条件下不至于出现磁饱和情况，副边匝比可以根据触发初级气体放电管所需脉冲电压值确定；

[0115] 气体放电管 GDT2 直流击穿电压必须大于正常输入电压并保留一定裕量，瞬态击穿电压根据需要选择，放电电流容量必须大于设计目标所定义的防雷等级要求；

[0116] 压敏电阻 MOV3 放电电流容量必须大于设计目标所定义的防雷等级要求，最大放电电流所对应的钳位电压满足设计要求，直流耐压应保证在 GDT2 导通后由电源正常输入引发的最大续流处于安全范围之内；

[0117] 压敏电阻 MOV4 放电电流容量必须大于最大可耐受冲击时，隔离触发变压器 T1 原边线圈的最大输出电流，最大放电电流所对应的钳位电压满足设计要求中的输出电压残

值，直流耐压应保证在可控硅 SCR1 导通后由电源正常输入所产生的最大续流处于安全范围之内；

[0118] 压敏电阻 MOV5 直流耐压应保证在 GDT2 导通后，隔离触发变压器 T1 副边线圈所产生的最大续流处于安全范围之内；

[0119] 可控硅 SCR1 的击穿电压参数与输出触发电压门限相适应，同时应保证尽可能高的通态 dI/dt 限制值，并保证其熔丝容量满足最大泄放电流和脉冲宽度要求；

[0120] 经过合理参数选择，上述实施方案可实现在常规的 220VAC 电源下，负载正常工作电流 30A，6KW 输出功率；并实现可承受 4KA@8/20us 电流等级的差模浪涌冲击的防护能力，输出残压峰值小于 900V(tp<2.5us)，输出残压钳位值小于 600V。

[0121] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0122] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

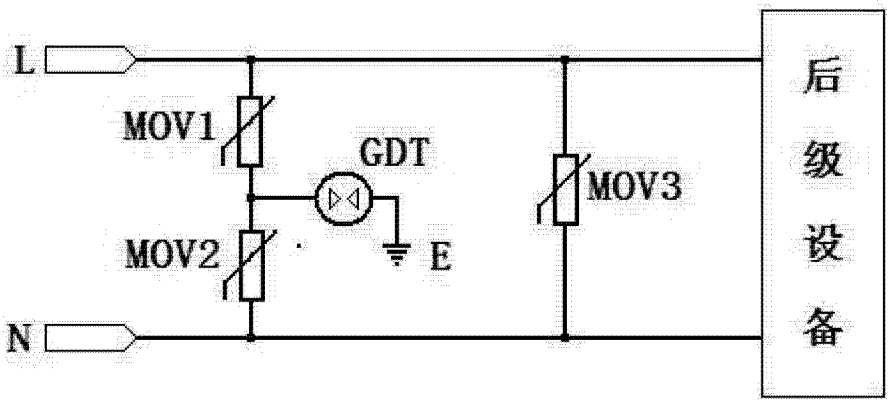

L
MOV1
GDT
MOV3
MOV2
E
N
后级设备

图 1

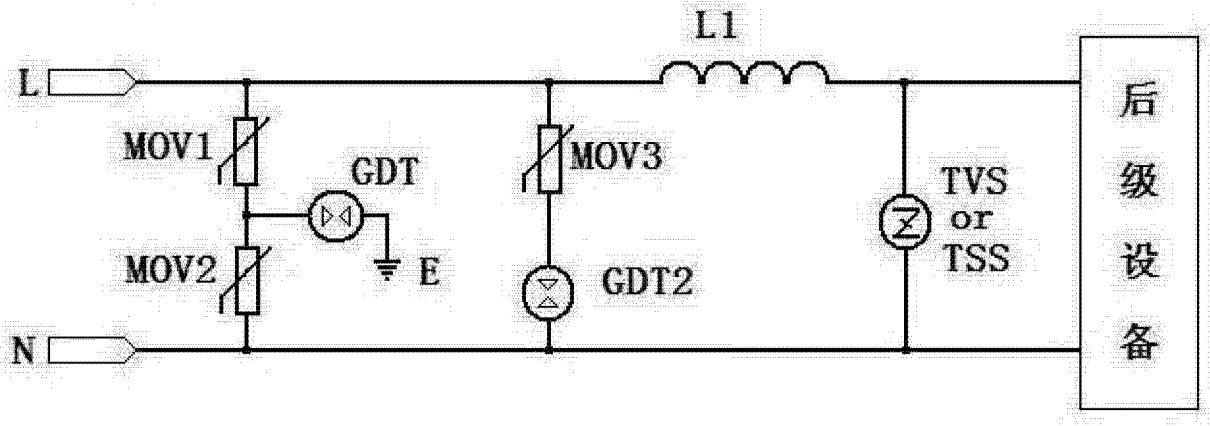

L1
L
MOV1
GDT
MOV3
TVS
or
TSS
MOV2
E
GDT2
N
后级设备

图 2

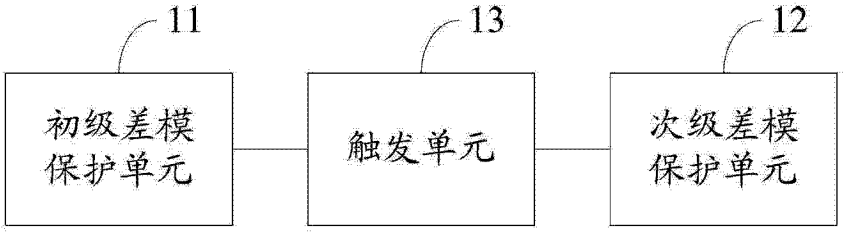

11
13
12
初级差模保护单元
触发单元
次级差模保护单元

图 3

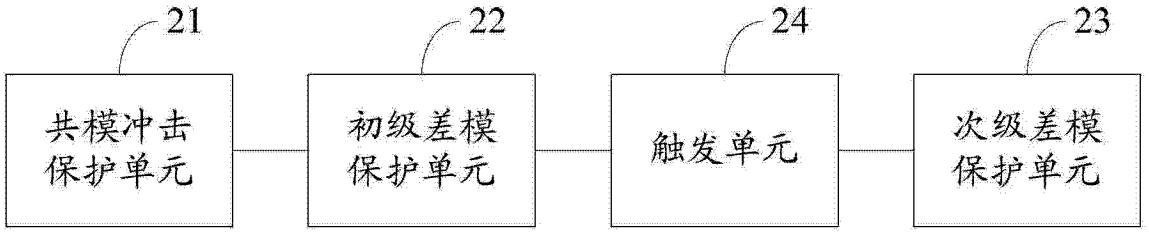

21
22
24
23
共模冲击保护单元
初级差模保护单元
触发单元
次级差模保护单元

图 4

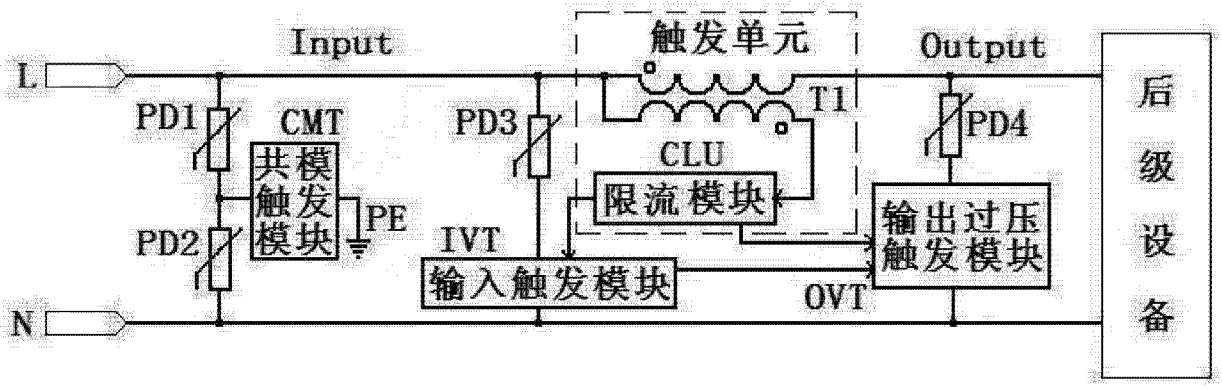

Input
触发单元
Output
L
PD1
CMT
共模触发模块
PE
PD2
PD3
T1
CLU
限流模块
PD4
IVT
输入触发模块
输出过压触发模块
OVT
N
后级设备

图 5

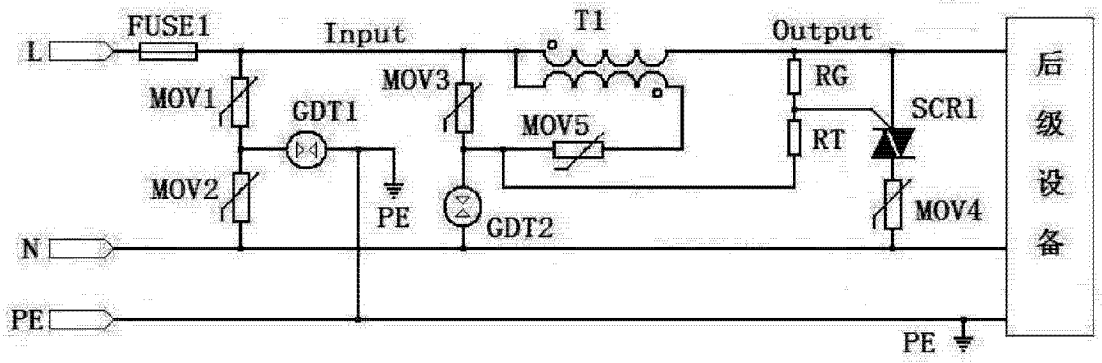

FUSE1
Input
T1
Output
L
MOV1
GDT1
MOV3
MOV5
RG
RT
SCR1
MOV2
PE
GDT2
MOV4
N
PE
PE
后级设备

图 6