

实验室工程师知识点分享：LED路灯防浪涌干扰设计中的绝缘耐压问题，建议技术人员必看！

产品名称	实验室工程师知识点分享：LED路灯防浪涌干扰设计中的绝缘耐压问题，建议技术人员必看！
公司名称	深圳市实测通技术服务有限公司
价格	.00/件
规格参数	测试周期:5-7天 寄样地址:深圳宝安 价格费用:电话详谈
公司地址	深圳市罗湖区翠竹街道翠宁社区太宁路145号二单元705
联系电话	17324413130 17324413130

产品详情

防浪涌或防瞬变干扰常用的器件有气体放电管、金属氧化物压敏电阻、硅瞬变电压吸收二极管和固体放电管几种，以及它们的组合。LED 路灯防雷电干扰电路及其装置一般与LED控制装置成为一体，常用的有气体放电管和压敏电阻的组合。

本文阐述了目前LED 路灯常用的防浪涌或防瞬变抑制电路的原理，指出了具有防浪涌干扰功能的LED路灯普遍存在的绝缘耐压问题。提出LED 路灯的EMS设计应建立在满足安全要求的基础上的理念。强调了LED 路灯设计输入的充分性。

一、气体放电管和压敏电阻组合构成的抑制电路原理

由于压敏电阻（VDR）具有较大的寄生电容，用在交流电源系统，会产生可观的泄漏电流，性能较差的压敏电阻使用一段时间后，因泄漏电流变大可能会发热自爆。为解决这一问题在压敏电阻之间串入气体放电管。图1中，将压敏电阻与气体放电管串联，由于气体放电管寄生电容很小，可使串联支路的总电容减至几个pF。在这个支路中，气体放电管将起一个开关作用，没有暂态电压时，它能将压敏电阻与系统隔开，使压敏电阻几乎无泄漏电流。但这又带来了缺点就是反应时间为各器件的反应时间之和。例如压敏电阻的反应时间为25ns，气体放电管的反应时间为100ns，则图2的R2、G、R3的反应时间为150ns，为改善反应时间加入R1压敏电阻，这样可使反应时间为25ns。

金属氧化物压敏电阻（MOV）的电压-电流特性见图3，金属氧化物压敏电阻（MOV）特性参数见表1。气体放电管（GDT）的电压-电流特性见图4，气体放电管（GDT）特性参数见表2。

由于浪涌干扰所致，一旦加在气体放电管两端的电压超过火花放电电压（图4的 u_1 ）时，放电管内部气体被电离，放电管开始放电。放电管端的压降迅速下降至辉光放电电压（图4的 u_2 ）（ u_2 在表2中的数值为140V或180V，与管子本身的特性有关），管内电流开始升高。随着放电电流的进一步增大，放电管便进入弧光放电状态。在这种状态下，管子两端电压（弧光电压）跌得很低（图4的 u_3 ）（ u_3 在表2中数值为15V或20V，与管子本身的特性有关），且弧光电压在相当宽的电流变动范围（从图4的 i_1 — i_2 过程中）内保持稳定。因此，外界的高电压浪涌干扰，由于气体放电管的放电作用，被化解成了低电压和大电流的受保护情况（ u_3 和 i_2 ），且这个电流（从图4的 i_2 — i_3 ）经由气体放电管本身流回到干扰源里，免除了干扰对灯具可能带来的危害。随着浪涌电压的消退，流过气体放电管的电流降到维持弧光放电状态所需的最小值以下（约为10mA~100mA，与管子本身的特性有关），弧光放电便停止，并再次通过辉光放电状态后，结束整个放电状态（熄弧）。

二、具有防浪涌干扰功能的LED路灯普遍存在的绝缘耐压问题

1、灯具耐压问题存在的现状

在采用上述气体放电管和压敏电阻组合构成的抑制电路防浪涌干扰的LED路灯普遍存在的绝缘耐压问题是在灯具的带电部件与金属部件之间不能承受 $2U+1000$ （V）的基本绝缘的电压，常见在600V左右发生击穿现象。造成绝缘耐压问题的根源是气体放电管的耐压参数选择不合理所致。与其说是LED路灯存在的绝缘耐压问题，倒不如说是LED控制装置存在的绝缘耐压问题。因为防浪涌干扰电路通常位于LED控制装置中。带有防浪涌干扰功能的LED控制装置应符合GB 19510.14-2009《灯的控制装置第14部分：LED模块用直流或交流电子控制装置的特殊要求》和GB19510.1-2000《灯的控制装置第1部分：一般要求和安全要求》。

2、耐压问题存在的疑问及其解答
制造商往往会对绝缘耐压的试验方法产生疑问，认为气体放电管和压敏电阻的串联电路在绝缘耐压试验时应该断开。

疑问主要来自于以下两个理由：疑问理由1：GB 7000.1-2007《灯具 - 第1部分：一般要求与试验》的“10.2 绝缘电阻和电气强度”中规定：“进行这些试验时，下述部件应断开，使试验电压加到部件的绝缘上，而不是加到这些部件的电容或电感功能元件上：a) 旁路连接的电容器；b) 带电部件和灯具壳体之间的电容器；c) 连接在带电部件之间的扼流圈和变压器。”图2中的L-R2-G-PE或N-R3-G-PE是否应该断开？

对于上述GB7000.1-2007中10.2

试验时要断开的部件是指灯具点灯电路中附加的电容或组件，而不包括LED控制装置（部件）中的元器件。LED控制装置的电气强度试验依据GB 19510.14-2009和GB19510.1-2000标准的要求。灯具在进行电气强度试验时，控制装置中的电容或组件不应断开。

GB 7000.1-2007 中10.2

的a)和b)电容器在灯具耐压试验时断开，不是没有耐压要求，实际在灯具结构中就有明确要求，如GB 7000.1-2007 中4.10.1 双重绝缘和加强绝缘中规定：“抑制干扰电容器应符合GB/T 14472的规定，并且其连接方式应符合IEC 60065:2001 中8.6的要求。”GB/T 14472-1998《电子设备用固定电容器第14部分：分规范抑制电源电磁干扰用固定电容器》表1B规定：Y1电容应用于跨接在双重绝缘或加强绝缘之间、额定电压 $\geq 250V$ 、峰值脉冲电压8.0kV；Y2电容应用于跨接在基本绝缘或补充绝缘之间、额定电压 $\geq 150V$ 且 $\leq 250V$ 、峰值脉冲电压5.0kV；Y3电容应用于跨接在基本绝缘或补充绝缘之间、额定电压 $\geq 150V$ 且 $\leq 250V$ ；Y4电容应用于跨接在基本绝缘或补充绝缘之间、额定电压 $< 150V$ 、峰值脉冲电压2.5kV。根据跨接绝缘的类型等确定相应分类等级的电容，实际在灯具结构中就提出了相应绝缘对应的电容耐压等级的要求。

图2中的电源一带电部件-R2-G-接地回路或电源另一带电部件-R3-G-接地回路显然不是在绝缘耐压或电气强度试验时应该断开的对象。

疑问理由2：IEC 60950-1:2005《信息技术设备的安全第1部分：一般要求》“5.2 抗电强度”中的“5.2.2 试验程序”中注4规定：“与被试绝缘并联提供直流通路的元件（例如滤波电容器的放电电阻、限压装置或浪涌吸收器）应断开。”图2中的L-R2-G-PE 或N-R3-G-PE 是否应该断开？

上述元件的断开限压装置或浪涌吸收器仅指压敏电阻（VDR）（例如图2中的R1），未涉及气体放电管和压敏电阻的串联电路（图2中的电源一带电部件-R2-G-接地回路或电源另一带电部件-R3-G-接地回路）。理由是IEC 60950-1:2005中“1.5.9 浪涌吸收器”中“1.5.9.1 一般要求”规定：“二次电路允许使用任何形式的浪涌吸收器，包括压敏电阻（VDR）。用于一次线路的浪涌吸收器应是一个VDR（压敏电阻）且VDR符合该标准附录Q。VDR有时指Varistor(压敏电阻)或金属氧化物压敏电阻（MOV）。例如气体放电管、碳块和非线性的电压/电流特性的半导体装置等的装置，在本标准中均不被视作VDR。”

对于什么绝缘下可以使用VDR，什么绝缘下不可以使用VDR，IEC60950-1:2005的1.5.9.3、1.5.9.4和1.5.9.5规定如下：

（1）允许用一个VDR跨接功能绝缘。（2）允许用一个VDR，其一侧接地，跨接基本绝缘。

VDR跨接基本绝缘这种设备应是下列一种：- B型可插式设备；或 - 永久性连接式设备；或 - 具有永久连接保护接地导体装置的设备且提供该导体的安装说明书。

（3）不允许用一个VDR跨接附加绝缘、双重绝缘或加强绝缘。为防止最大连续电压以上的暂态电压、由于在VDR内的泄漏电流的热过载以及万一短路故障时VDR的燃烧和爆炸，IEC 60950-1:2005的1.5.9.2规定应与VDR串联连接一个具有足够熔断能力的断路装置。浪涌吸收器作为设备的差模保护情况，还是作为共模保护情况，对安全来说情况是不一样的。差模保护是指在电源的一极与另一极之间提供的抗干扰保护，保护对象是设备，不涉及人身安全保护。共模保护是指在电源的任一极与电源的接地之间提供的抗干扰保护，除了保护设备以外，更重要的涉及人接触设备时的安全。从这个意义上来说，首先应保证安全，然后再考虑满足EMS的要求。

3、LED 控制装置标准关于耐压的试验方法

作为LED控制装置，应符合GB 19510.14-2009《灯的控制装置第14部分：LED模块用直流或交流电子控制装置的特殊要求》标准的要求，而无论是GB19510.14-2009还是其引用标准GB19510.1-2000《灯的控制装置第1部分：一般要求和安全要求》的“介电强度”中没有断开部件的规定。

4、OSM/EE 有关绝缘耐压的决议

EN 60950《信息技术设备的安全》和EN 60950-1《信息技术设备的安全第1部分：一般要求》中1.5.1有关的No.98/2的OSM/EE（欧洲电工标准化委员会电工设备操作员工会议）就电源上压敏电阻的使用决议指出：“在电源与保护地之间的与避雷器或气体放电管串联的压敏电阻（压敏电阻不必单独认证）的组合应符合基本绝缘（如电气强度和对避雷器或气体放电管的外部爬电距离）且有防止短路的保护装置。1. A型可插式设备：所有国家接受。2. B型可插式设备和永久性连接式设备：所有国家接受。”上述OSM/EE就电源上压敏电阻的使用决议清楚地证明了LED路灯在带电部件与金属部件之间进行耐压试验时，图2中的图2中的L-R2-G-PE 或N-R3-G-PE不应该断开。

5、绝缘耐压问题的解决方案

为了使LED路灯能够满足安全要求，气体放电管的耐压选择至关重要，应该选取足够耐压的气体放电管与压敏电阻配套，压敏电阻和气体放电管串联电路（如图1）应能够承受基本绝缘的耐压。几种气体放电管的直流火花放电电压和交流击穿电压的关系见表3，气体放电管的直流火花放电电压一般应选不低于2500V。

三、结束语

1、LED路灯的EMS设计应建立在满足安全要求的基础上，不应以牺牲安全作为代价，换取满足EMS的要求。安全要求不是达不到，恐怕是不知道。

2、LED路灯设计输入必须充分。（1）LED路灯的安全必须符合GB

7000.5-2005《道路与街路照明灯具安全要求》和GB 7000.1-2007《灯具第1部分：一般要求与试验》；

（2）LED路灯的性能可依据标准GB/T 24827-2009《道路与街路照明灯具性能要求》和GB/T

9468-2008《灯具分布光度测量的一般要求》；（3）LED路灯的EMI需要符合GB

17743-2007《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》、GB

17625.1-2003《电磁兼容限值谐波电流发射限值(设备每相输入电流 16A)》和GB

17625.2-2007《电磁兼容限值对每相额定电流 16A

且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制》；（4）LED

路灯的EMS需要符合GB/T 18595-2001《一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求》。

参考文献

- [1]《瞬变干扰吸收器件》钱振宇 [2] GB/T 18802.311-2007/IEC 61643-311:2001 低压电涌保护元件第311部分:气体放电管(GDT)规范 [3] GB/T 18802.331-2007/IEC 61643-331:2003 低压电涌保护元件第331部分:金属氧化物压敏电阻(MOV)规范 [4] IEC 60950-1:2005 Information technology equipment – Safety – Part1:General equirements [5] IEC 61347-2-13:2006 Lamp controlgear – Part 2-13: Particular requirements for d.c. or a.c. supplied electronic controlgear for LEDmodules [6] IEC 60384-14:2005 Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14:Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains [7] OSM/EE DECISION SHEET, Sheet no. 98/2, Subject: Use of Varistors on the mains [8] GB 7000.1-2007 灯具 - 第1部分:一般要求与试验 [9] GB/T 14472-1998 电子设备用固定电容器第14部分:分规范抑制电源电磁干扰用固定电容器