

电能质量对 LED 照明灯具的影响研究

通过测试发光二极管 (Light Emitting Diode, LED) 照明灯具在多种供电工况下的运行参数,研究了其在电能质量干扰状况下的表现特性。结合上级电源故障情况,还分析了故障对 LED 照明灯具运行的影响,并提供了 LED 照明灯具的工作敏感曲线。

丁屹峰 刘谦 韩帅 赵宇彤/国网北京电力科学研究院



丁屹峰/高级工程师

关键词/Keywords

LED照明灯具 ·
电能质量 ·
电源故障 ·
电压跌落 ·

0 引言

LED (Light-Emitting Diode) 又称发光二极管,是利用固体半导体芯片发光材料;在半导体中通过载流子复合放出过剩能量而引起光子发射,直接发出红、黄和蓝等颜色可见光;通过混合不同颜色的光或者激发荧光粉则可以产生白光。因 LED 具有寿命长、绿色环保和色彩可调等优点,目前已得到越来越广泛的应用。

LED 照明作为新兴的绿色照明,其技术标准也在逐步完善之中。开展的测试项目主要集中在光学与安全防护等方面^[1-2];在电压突变、电压跌落等电网异常情况下,对 LED 照明灯具的运行参数测试与分析较少。

本文通过对 LED 灯具在电压突变、电压跌落等多种异常供电工况下的工作状态以及运行参数进行了测试与分析,研究了其在电能质量干扰状况下的表现特性。结合上级电源实际故障发生时开关动作时间,提供了 LED 照明灯具的工作敏感曲线。

1 电能质量对灯具的影响

导致用户电力设备故障或误操作

的电压电流的静态偏差和动态扰动统称为电能质量问题。现代电力系统中,严重的电能质量问题包括电压跌落、短时中断和谐波等^[3]。

因灯具的发光原理不同,同样的电能质量问题对不同灯具的影响不同。对白炽灯,常见的电压瞬时跌落会导致其闪动。对高压钠灯和金属卤化物灯,则会导致其熄灭。因此,开展电能质量对 LED 灯具的影响研究很有必要。

2 试验项目

试验用 LED 灯具为某会议场所的照明灯具,功率为 150 W 和 170 W。因电压扰动,电磁及谐波对灯具影响较大,此次主要针对以上三项对 LED 灯具进行测试。

2.1 LED 灯具抗电压扰动能力测试

在 LED 照明灯具最敏感相角下模拟发生不同幅值、不同持续时间的电压跌落,测试 LED 照明灯具允许跌落幅值和持续时间的极值,根据测试数据绘制 LED 照明灯具的抗电压跌落敏感曲线,以此评估 LED 照明灯具的抗电压扰动能力。

2.2 LED 灯具的电磁兼容测试

(1) 静电放电抗扰度试验

试验中用静电枪对灯具外壳、螺钉和外壳缝隙等部位施加 ± 6 kV 的电压,放电 10 次,两次放电时间间隔 1 s。

(2) 快速瞬变脉冲群抗扰度试验

灯具通电后,在电源输入端施加电压峰值为 ± 2 kV,频率 5 kHz,持续时间 15 ms 的脉冲群,测试其抗脉冲群扰度的能力。

(3) 浪涌抗扰度试验
灯具通电后,在电源输入端施加电压峰值为 500 V 的差模和 1 000 V 的共模干扰信号,在相

位 0°、90°、180°和 270°分别放电 5 次,两次浪涌时间间隔 60 s,测试其抗浪涌扰度的能力。试验概况如表 1 所示,试验结果如表 2 和表 3 所示。

表 1 电压跌落试验概况表

类别	功率/W	启动特性	电压跌落响应性能
LED 灯具 1	150	恢复正常供电方式后立即进入正常照明状态	电压跌落至零,持续 165 ms 灯具不熄灭 电压跌落超过 165 ms 灯具是否熄灭与跌落的幅值和持续时间有关
LED 灯具 2	170	恢复正常供电方式后立即进入正常照明状态	电压跌落至零,持续 26 ms 灯具不熄灭 电压跌落超过 26 ms 灯具是否熄灭与跌落的幅值和持续时间有关

表 2 LED 灯具 1 电压跌落试验结果

电压跌落至 (%)	0	3	5	7	8	10	15	20	25
持续时间/ms	165	169	175	180	185	195	210	337	418
电压跌落至 (%)	30	35	40	45	50	55	60	65	66
持续时间/ms	479	539	627	639	642	683	864	900	1000

表 3 LED 灯具 2 电压跌落试验结果

电压跌落至 (%)	0	2	5	8	10	15	18	20	22
持续时间/ms	26	27	27	29	31	38	51	68	121
电压跌落至 (%)	23	25	26	28	30	32	34	35	36
持续时间/ms	248	255	288	319	343	288	314	1000	—

2.3 灯具的谐波特性测试
测试 LED 灯具产生的各次谐波电压和谐波电流分量及总谐波量,评估 LED 灯具对电网的影响;在工频电压下叠加 4%的 3 次、5 次和 7 次谐波分量,评估 LED 灯具的谐波耐受能力。

电磁干扰能力性能良好,按照 GB/T 17626 标准,其静电放电、瞬变脉冲群和浪涌(冲击)抗扰度试验均通过 3 级测试。

3.3 谐波干扰试验结果

当电源分别具有 4%的 3 次、5 次和 7 次谐波情况下,LED 灯具 1 和 LED 灯具 2 均能正常工作。

3 试验结果

3.1 电压跌落试验结果

表 1 表明 LED 照明设备的启动特性较好,抗电压跌落能力较强。LED 灯具 1,电压跌落至零时,可以持续 165 ms 不熄灭。电压跌落超过 165 ms 时,灯是否熄灭与跌落的幅值和持续时间有关。详细试验结果见表 2,表 3。

3.2 电磁兼容试验结果

试验结果显示 LED 灯具 1、LED 灯具 2 抗

4 上级电源故障分析

如表 4 所示,当上级电网发生不同类型故障时,用户侧均将感受到 0.3~1 s 的短时停电。结合灯具敏感曲线和上级电网不同类型故障的切除时间,LED 灯具将出现短时闪动现象。电压跌落曲线如图 1 和图 2 所示,工作敏感曲线如图 3 和图 4 所示。

表 4 上级电源故障分析

序号	故障类型及保护动作情况	切除故障时间	用户停电时间/s
1	220 kV 变电站主变压器故障:主变压器主保护动作	0 s 切除故障。110 kV 侧 0.3 s 合母线联络断路器,10 kV 侧 1.5 s 合母线联络断路器	0.3
2	220 kV 层面电源线路发生瞬时故障:线路主保护或后备保护切除故障,重合闸动作恢复供电	0 s 切除故障,1 s 重合闸	1

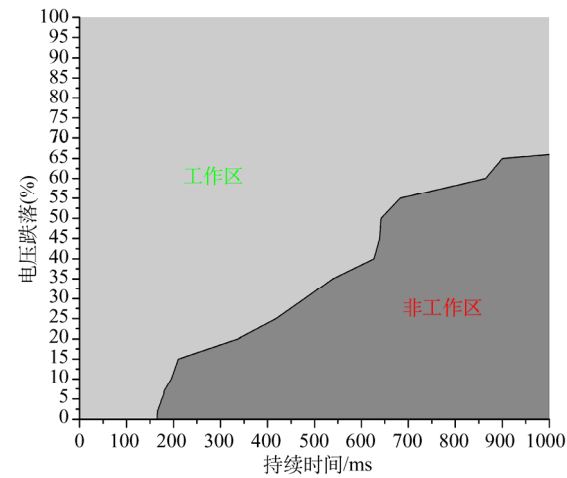


图 1 LED 灯具 1 电压跌落曲线

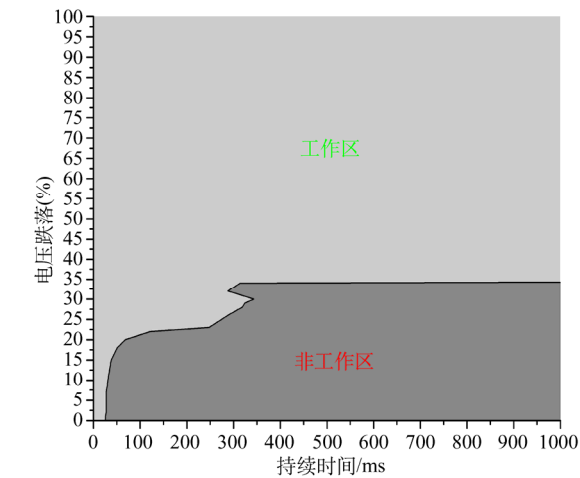


图 2 LED 灯具 2 电压跌落曲线

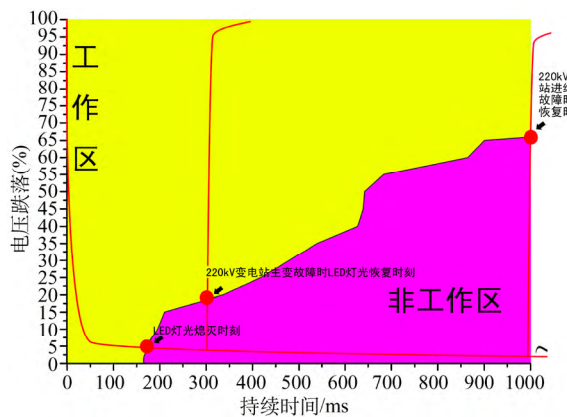


图 3 LED 灯具 1 工作敏感曲线

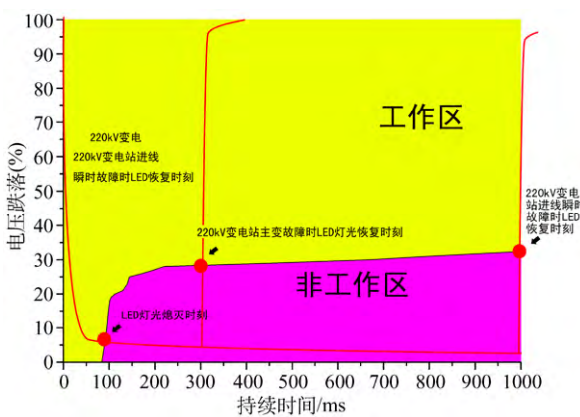


图 4 LED 灯具 2 工作敏感曲线

5 结束语

通过测试 LED 灯具在电压突变、电压跌落等多种异常供电工况下的工作状态以及运行参数,并分析上级电源情况发生变化时灯具的运行工况,可得出以下结论:

- 1) LED 照明灯具启动和电压跌落响应性能较优,对电能质量的要求也较低。
- 2) LED 照明灯具抗电磁干扰能力良好,按照 GB/T 17626 标准,其静电放电、快速瞬变脉冲群和浪涌(冲击)抗扰度试验均通过 3 级测试。
- 3) 在电源分别具有 4%的 3 次、5 次和 7 次谐波的情况下,LED 照明灯具都可以正常工作。
- 4) 在上级电源发生主变压器故障(停电 0.3 s)以及线路瞬时故障(停电 1 s)时,LED 灯具将出现短时闪动现象。

本文的试验结果可作为电网为用户实施电

力保障的目标值,也可作为用户定制电力的依据,在设备选型时供用户参考。

参考文献

[1] 施晓红,杨越,王晔,等.建立和完善 LED 灯具的国家标准体系的研究(上)[J].照明工程学报,2011,23(1).

[2] 施晓红,杨越,王晔,等.建立和完善 LED 灯具的国家标准体系的研究(下)[J].照明工程学报,2011,22(6).

[3] 肖湘宁,韩民晓,徐永海,等.北京:中国电力出版社,2006.

作者简介

丁屹峰(1971-),男,博士研究生,高级工程师,主要从事照明技术及定制电力相关工作。

(收稿日期:2015-12-10) EA
(编辑:史海疆)