



团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

电缆隧道 LED 照明设备高频共模骚扰电 流的限值与试验方法

Limits and test methods of high-frequency common mode disturbance current for
LED lighting equipment used in cable tunnels

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

目 次 I

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 2

5 限值 2

 5.1 频率范围 2

 5.2 限值评定 2

6 测量方法 2

 6.1 测量设备 2

 6.2 测量接线 3

 6.3 测量程序 3

7 测试报告 3

附 录 A （资料性附录） 共模骚扰原理 4

附 录 B （资料性附录） 共模骚扰电流限值制定说明 6

附 录 C （资料性附录） 测试报告模板 7

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会城市能源互联网规划与运行（专业）工作组归口。

本文件起草单位：国网上海市电力公司、华东电力试验研究院有限公司、上海电力大学、同济大学、上海安深敏科技有限公司、上海三原电缆附件有限公司、惠州雷士光电科技有限公司、国网北京市电力公司、国网重庆市电力公司、国网山东省电力公司电力科学研究院、国网安徽省电力公司。

本文件主要起草人：许强、雷兴、杜习周、姚周飞、张文辉、吴勇军、张圣甫、李豪、向大为、叶頔、陆佩顺、周婕、魏晓川、张成、姚林志、魏新迟、刘舒、连家玉、田越、邢法财、王宗琪、汪志辉、都书泽。

本文件为首次发布。

电缆隧道 LED 照明设备的高频共模骚扰电流的限值 and 测量方法

1 范围

本文件规定了电缆隧道 LED 照明设备共模骚扰电流的测量方法和限值。
本文件适用于电缆隧道 LED 照明设备，频率范围在 30 kHz~30 MHz 的共模测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4365 电工术语电磁兼容
GB/T 18595 一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求
GB/T 17743 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 电磁兼容 限值 第 1 部分：谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）
SJ/T 11913 电子设备共模和差模骚扰测量方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电磁骚扰 electromagnetic disturbance

任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对生物或非生物产生不良影响的电磁现象。

注：电磁骚扰可能是电磁噪声、无用信号或传播媒介自身的变化。

3.2

电磁干扰 electromagnetic interference

电磁骚扰引起的设备、传输通道或系统性能的下降。

3.3

共模骚扰 common-mode disturbance

导体与公共参考地之间的电位差或干扰信号，其幅值相同、相位相同。

3.4

共模电流 common mode current

线缆中(屏蔽电缆适用)各缆芯的电流相量和幅值。

3.5

灯 lamp

包含一个或多个光源和一个或两个用于接入电路的标准灯头的部件。

3.6

LED 光源 LED light source

用于照明目的，包含一个 LED 或一组 LED 的装置。

3.7

光源 light source

由电能转换而发出光的装置。

3.8

照明设备 lighting equipment

以产生和/或调节,和/或分配来自光源的辐射为基本功能的设备。

3.9

受试设备 equipment under test(EUT)
接受电磁兼容(EMC)符合性试验的设备(装置、器具和系统)。

3.10

测量辅助设备 ancillary equipment
与测量接收机或试验信号发生器相连，用以建立受试设备(EUT)和测量或试验仪器之间的骚扰信号传输路径的转换器。

3.11

人工电源网络 artificial mains network(AMN)
串接在受试设备电源进线处的网络。它在给定频率范围内，为骚扰电压的测量提供规定的负载阻，并使受试设备与电源相互隔离。
注:人工电源网络又称线路阻抗稳定网络 LineImpedance Stabilization Network(LISN)。

4 一般要求

- 4.1 照明设备的安全和性能应符合 GB 37478-2019 的要求。
- 4.2 测量设备应使用 GB/T 6113.402 规定的测量接收机。
- 4.3 规定照明设备和测量设备的的环境条件：环境温度（15℃~35℃）、相对湿度（30%~60%）、大气压力（86kPa~106kPa），测试环境背景噪声至少低于限值 6dB。
- 4.4 规定照明设备的共模骚扰电流的频率范围在 30k MHz~30 MHz 之间。

5 限值

5.1 频率范围

规定照明设备高频共模骚扰电流的频率范围在 30k MHz~30 MHz 之间。在未规定限值的频率，不需要进行测量。

5.2 限值评定

表 1 在 30 kHz~30 MHz 频率范围内给出了评定照明设备共模骚扰电流的限值。可以使用测量结果和表 1 中对应限值来确定符合性。

表 1 照明设备高频共模骚扰电流限值

频率范围 MHz	限值 dBμA	
	准峰值	平均值
0.03~0.50	60	50
0.50~30	44	34
注 1：0.03 MHz~0.5 MHz 范围内，限值随着频率的对数增加而线性增加。 注 2：共模电流骚扰转换因子为 dBμA=20log(μA)		

6 测量方法

6.1 测量设备

- 测量设备如下：
- a) 共模电流测量仪；
 - b) LISN；
 - c) 频谱分析仪。

6.2 测量接线

测量设备通过套穿电源线，测量照明设备电源线上的共模骚扰电流分量，通过频谱分析仪评估共模骚扰分量的电磁干扰特性。照明设备共骚扰电流测量如图 1 所示。

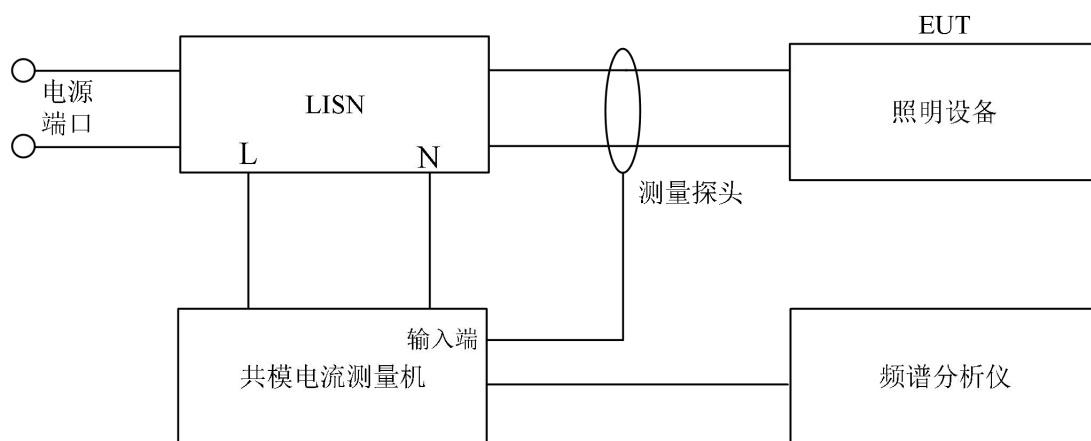


图 1 照明设备共模骚扰电流测量原理图

6.3 测量程序

6.3.1 测试条件

EUT 测试条件包括：

- 电源电压应在额定电压的 $\pm 2\%$ 范围内，电源频率应与设备的额定频率一致，在设备启动 3min 并稳定运行后进行测量；
- 测量环境应在正常的实验室条件下进行，环境温度应在 $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内，环境背景噪声限值 30 dB；
- 电流测量探头采集频率为 125 MHz/s，采集时长为 100 ms。

6.3.2 测试步骤

测试具体分为三步：

- 打开共模电流测量机；
- 按图 1 连接，将测试所用设备进行连接，测量探头套穿在 EUT 的电源线上；
- 待 EUT 运行后，保存共模电流数据，记录频谱分析结果，测量完成。

7 测试报告

测试报告应包含以下内容：

- 测量设备；
- 测量条件（电流幅值等）；
- 环境条件：温度、湿度等；
- 测量结果；
- 测试日期和时间；
- 所依据的技术标准或规范。

附 录 A
(资料性附录)
共模骚扰原理

A.1 概述

由于电磁干扰对于电力电子设备的正常工作有较大影响，所以各种应用对传导干扰中的噪声总量有明确的限值要求。传导干扰中的噪声总量是由共模和差模干扰分量组成。共模骚扰会严重影响电缆隧道在线监测的正常工作，所以分析共模分量的形成以及电压和电流之间的关系至关重要。

A.2 共模骚扰源

一般认为高频共模传导骚扰出现在系统的一组导体中。这组导体可以是在供电网中，也可以在现代化设备使用的各种信号线，地耦合路径是出现高频共模传导骚扰的主要媒介。

电缆隧道中使用的辅控设备均含有电力电子器件，这些器件都有可能产生高频共模骚扰，尤其是终端接地的時候，更容易传播共模骚扰。

高于 0.5~3 MHz 的骚扰主要是由电力电子设备高速开关过程引起的。它可能产生涉及到接地系统的开关电流,而产生传导共模传导骚扰。

A.3 共模电流

以电力电子设备为例，EUT 的电源电缆连接到 LISN 三根平行线:相线、中线和地线。用 I_p 和 I_n 分别表示流过相线和中线的电流，见图 A.1。

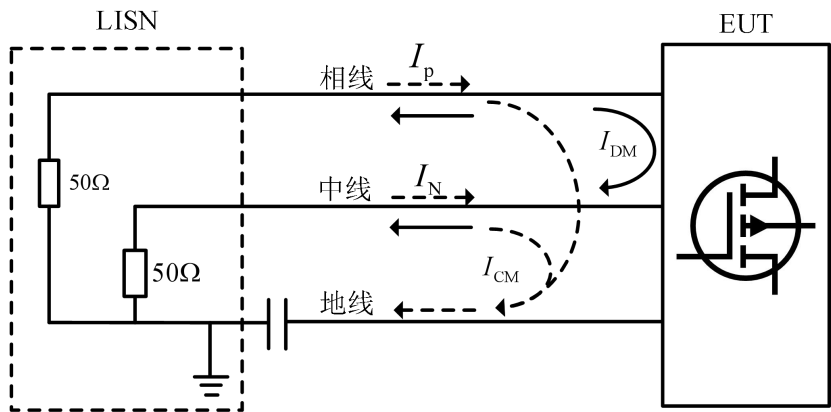


图 A.1 等效电路图

电力电子设备引起高频传导电流可以分为共模和差模 2 种：在主回路传导(正负直流母线反向传导以及交流侧相间传导)的电流称为差模电流；同向传导并通过杂散参数对地回路的电流称为共模电流。

I_c 表示共模电流，如 A.1 中的虚线所示。 I_p 和 I_n 分别表示相电流和中性线电流。共模电流为相线电流和中性电流的总和，按公式(A.1)计算：

$$I_{cm} = I_p + I_n \dots\dots\dots(A.1)$$

式中：
 I_{CM} ——共模骚扰电流，单位为安(A)；
 I_p ——相线骚扰电流，单位为安(A)；
 I_n ——中线骚扰电流，单位为安(A)。

A.4 共模骚扰

共模电流是由于系统的寄生电容在地线上感应电流而产生的。共模传导回路与系统对地杂散参数紧密相关，其阻抗特性较为复杂。

由于电磁干扰的测量数据范围太广，通常采用分贝的形式表示，分贝可以压缩数据范围。传导电流相对于 1 μA ，按公式(A.2)表示如下：

$$\begin{aligned} dB_{\mu A} &= 20 \log_{10} \left(\frac{A}{1 \mu A} \right) \dots\dots\dots (A.2) \\ &= 20 \log_{10}^A - 20 \log_{10}^{1 \mu A} = 20 \log_{10}^A + 120 \end{aligned}$$

附 录 B
(资料性附录)
共模骚扰电流限值制定说明

B.1 概述

5.2 给出了在 30 kHz~30 MHz 频率范围内共模骚扰电流限值，参考了国内外相关电磁兼容标准中关于照明设备传导骚扰限值的规定，并结合电缆隧道 LED 照明设备的实际运行环境和使用特点制定。

B.2 限值参考依据

表 1 中 30 kHz~30 MHz 频率范围的限值，主要参考以下标准的限值要求：

- a) GB/T 17743 《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》中关于照明设备电源端子骚扰电压的限值要求；
- b) SJ/T 11913 《电子设备共模和差模骚扰测量方法》中关于共模骚扰的测量方法；
- c) 国际无线电干扰特别委员会（CISPR）相关标准中对照明设备的发射限值要求。

B.3 频率分段依据

表 1 将 30 kHz~30 MHz 频率范围分为 30 kHz~0.50 MHz 和 0.50 MHz~30 MHz 两个频段：

- a) 30 kHz~0.50 MHz 频段：该频段骚扰主要来源于照明设备中开关电源的工作频率及其低次谐波，是共模骚扰的主要能量集中区域，因此限值相对宽松，并随频率对数增加呈线性递增；
- b) 0.50 MHz~30 MHz 频段：该频段骚扰主要来源于电力电子器件的高速开关过程产生的高频谐波，可能通过接地系统传播并对电缆隧道内在线监测设备产生干扰，因此限值更为严格。

B.4 限值数值的确定

限值数值以 dB μ A（相对于 1 μ A 的分贝数）表示，转换关系如公式(A.2)所示。

准峰值限值反映了骚扰信号的峰值特性，平均值限值反映了骚扰信号的稳态水平。两者结合使用，可更全面地评估照明设备产生的共模骚扰对电缆隧道内敏感设备的影响。

B.5 限值适用说明

本文件规定的限值适用于电缆隧道环境下 LED 照明设备的共模骚扰电流测量。电缆隧道属于有限空间，内部敷设大量在线监测、通信和控制线缆，对照明设备产生的共模骚扰较为敏感，因此限值要求较一般照明设备更为严格。

附录 C

(资料性附录)

测试报告模板

C.1 测试条件

所有测量条件都应记录在测试报告中。典型的测量条件包括测量设备 EUT 的尺寸、测量环境的温度与湿度、环境的背景噪声等。照明设备 EUT 的电源电压以及工作频率也应记录在测试报告中。

C.2 测量设备

测量设备的型号应记录在测试报告中。测量设备数据采集时间及采集频率也应记录在测试报告中。

C.3 测量数据

通过频谱分析仪获取的频域数据量非常大，难以进行准确分析。为了提供有关 EUT 共模骚扰有意义的信息，需采集共模骚扰的平均频域数据，从而可以准确展示电流在不同频段上的平均峰值。图 C.3 给出了平均频域数据的示例。

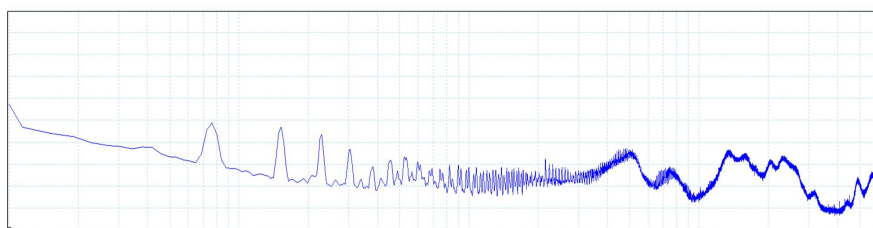


图 C.1 频谱数据示例

C.3 测试记录

测试报告应包括电流限值的平均值与准峰值测量结果，应包括下面的信息：

- 对应的限值；
- 共模噪声的频率和幅值；
- 输入的电压和频率。