

铁路通信用高频开关电源杂音电压及其测试

陈海康, 王俊飞

(铁道部产品质量监督检验中心通信信号检验站, 北京 100081)

摘要: 铁路通信用高频开关电源为铁路通信网络提供动力, 杂音电压是衡量开关电源质量优劣的重要电参数, 电源杂音超出规定值会影响通信网络的正常运行。详细分析各项杂音电压内涵及其对通信设备产生的影响, 并介绍杂音电压的测试方法。

关键词: 通信电源; 开关电源; 杂音; 电压; 测试;

中图分类号: U285 文献标识码: B 文章编号: 1006-9178 (2010) 11-0013-03

Abstract: High frequency switch power supply used in railroad communications provides railroad communications network with driving force. Noise voltage is an important electric parameters to judge the quality of switch power supply. The power noise voltage exceeding specified value can affect the operation of communications network. This paper analyzes the content of the noise voltage and its impact on communications equipment, and introduces the testing methods of noise voltage.

Key words: Railroad communication; Switch-power source; Noise; Voltage; Test

高频开关直流电源是整个铁路通信系统的“心脏”。目前, 铁路通信网络上使用的电源主要有线性电源、相控电源和高频开关电源等。其中, 高频开关电源是现代铁路通信用电源的应用趋势, 它具有功率密度高、效率高、模块化、高可靠性、重量轻等优点。

现代铁路通信中, 各种数字化的通信设备工作频率高、频带宽, 对通信电源的杂音、电压波动非常敏感。通信电源杂音电压超出规定时, 易带来通话质量下降和数据传输误码率增加等问题。

GB/T 16821—2007《通信用电源设备通用试验方法》、YD/T 731—2008《通信用高频开关整流器》定义了通信电源多种杂音电压。TB/T 2993.3—2000《铁路通信站用-48 V 高频开关整流设备》要求测试的铁路用开关电源杂音有电话衡重杂音电压、峰-峰值杂音电压、宽频杂音电压和离散杂音电压。

1 对铁路通信用电源杂音电压的分析

电源杂音电压属于干扰信号, 是指在一定的频率范围内, 在电源设备输出端测得的所有干扰电压信号的有效值之和。直流电源的杂音电压主要来源

于整流元器件、滤波、交流电的共模谐波和电磁辐射及负载的反灌电压等。TB/T 2993.3—2000 规定的杂音电压指标如表 1 所示。

表 1 高频开关电源电压杂音指标要求

序号	杂音类别	杂音频段	杂音电压限值/mV
1	电话衡重	0.3~3.4 kHz	≤2
2	宽频杂音	3.4~150 kHz	≤50
		0.15~30 MHz	≤15
3	峰-峰值杂音电压	0~0.3 kHz	≤100
		3.4~150 kHz	≤5
4	离散杂音电压	150~200 kHz	≤3
		200~500 kHz	≤2
		0.5~30 MHz	≤1

1.1 电话衡重杂音电压

人耳及耳机对各种频率的响应不同, 人耳对 800 Hz 的音频最敏感。为了通过电话机能真实反应人耳对声音的感觉, 在所用的测试仪表中, 串接 1 只 ITU-T (国际电信联盟远程通信标准化组织) 规定的类似人耳对各频率不同感觉的衡量网络, 将 0.3~3.4 kHz 频段中各种频率的交流电压分量等效为 800 Hz 的电压均方根值后, 测得的电源杂音称为衡重杂音电压 (也称电话加权杂音)。

固定电话用户线上的直流电压, 通常由通信机

收稿日期: 2010-08-23

作者简介: 陈海康, 助理研究员

房的高频开关直流电源提供，其所带的电话杂音通过电话电路传送到电话用户耳机，会产生嗡嗡的杂音，影响通话质量。在现代数字信号传输中，当附加在直流电源上的交流衡重杂音超标时，会产生诸如数据传输质量下降、误码率增加等问题。

1.2 宽频杂音电压

宽频杂音电压是频段内各次谐波分量的均方根值，主要会对通信设备的正常运行产生干扰。由于宽频杂音电压频率范围大，故分成2个频段来衡量，

频段为3.4~150 kHz、频段为150 kHz~30 MHz。

频段和频段的干扰信号对通话质量影响不大（影响通话质量的杂音属电话衡重杂音），因此，对限值要求不高（参照表1宽频杂音幅值）。宽频杂音电压主要来源于电源内部的高频工作器件，它会影响数字/移动通信系统的正常工作，产生诸如误码率增加等问题。

1.3 峰-峰值杂音电压

峰-峰值杂音电压是指针状脉冲杂音波形的波峰-波谷之间的幅值电压，它是电源模块整流电路中产生幅度最大的针状脉冲叠加在直流输出上的电压成分。它主要来源于市电整流后对直流电源进行滤波时所遗漏的干扰脉冲，叠加的这些脉冲，能使数字逻辑电路误动作。

TB/T 2993.3—2000 要求测量的是电源输出端在0~300 Hz 频段上的峰-峰脉冲杂音，而实际上该脉冲频率较高，远大于300 Hz，使用20 MHz 以上扫描频率的示波器时，才可以观察到稳定、清晰的峰-峰杂音波形。

需要说明的是，由于理想的直流电源输出无交流成分，峰-峰杂音主要是观察直流电源输出在0~300 Hz 频段上的高频离散最大针状脉冲信号，并不是该频段中的其他信号。采用20 MHz 以上扫描频率的示波器是为了观察稳定的波形。

1.4 离散杂音电压

通过对电话衡重杂音和宽频杂音电压分析可知，这两者都是在某一频带内的所有干扰信号均方根有效值的总和，但它们不能具体反映对于某个频率能量的干扰量。

为了反映受试设备直流输出端叠加的离散频率杂音电压对其用电设备电性能的影响程度，需要测量3.4 kHz~30 MHz 频段内某个离散频率点上的最大准峰值干扰电压，即离散杂音电压。TB/T 2993.3—2000 将3.4 kHz~30 MHz 频率范围划分成4个频段，

在不同频段中有不同的电压要求（见表1）。

2 杂音电压测量电路和测量仪器

2.1 杂音电压测量电路

杂音电压测量电路示意如图1所示。

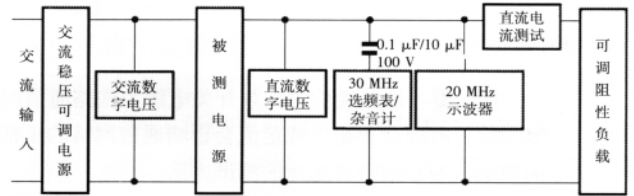


图1 杂音电压测量电路示意

2.2 杂音电压测量用仪器

(1) 杂音计。频率带宽为15 Hz~30 MHz，分为15 Hz~3.4 kHz、3.4~150 kHz与0.15~30 MHz 3种频带；内部电话衡重加权网络；75 Ω、600 Ω、10 kΩ 高阻3种输入阻抗；0.1 mV~100 V 测量范围。

(2) 频谱分析仪，频宽为3.4 kHz~30 MHz。或选频电平表，带宽不低于30 MHz。

(3) 20 MHz 示波器。

(4) 电源输出端分别串联0.1 μF/100 V 或10 μF/100 V 无极性电容器，电容值根据测量不同杂音选择使用。

(5) 交直流电压表、电流表及输入电压调节装置与电阻性可调节负载。

3 杂音电压测量方法与注意事项

3.1 电话衡重杂音电压的测量

3.1.1 测量方法

对电话衡重杂音电压的测量量程为1 mV，测量方法如下：

(1) 打开杂音计电源，预热约20 min。

(2) 调零。阻抗档选为600 Ω，功能档调至需要测试的频段。调节校零电位计，使仪表指示∞（零电压）。

(3) 自校。阻抗档至校准，调节校准电位计，使表针指示0 dB（红线）。

(4) 完成上述步骤后，调节阻抗档至600 Ω，功能档至电话，平衡档至平衡 a/b，电平档至+40 dB（100 V），时间档至200 ms。将测试线接入平衡输入插孔，负极性端输入线串接1只不小于10 μF/100 V 的隔直无极性电容，另一条输入线接

至正极性端。

(5) 调节电压档,使表针指示为清晰读数,记录表头指针指示的电压,该电压即衡量杂音电压。

3.1.2 注意事项

(1) 电源满载输出时,在输出端测量。

(2) 杂音计串接的电容器的作用是隔离直流输出电压,容许杂音交流信号进入测量仪表。杂音频率越高,阻抗越小。为使 300 Hz 以上的干扰信号杂音电压无压降地输入测试仪表,要求杂音计串接的电容器阻抗为小于 600 Ω 的平衡输入阻抗。

GB/T 16821—2007 中规定的串联电容为 10 μF 无极性电容,其阻抗值 X_C 的计算方法如下:

$$X_C = 1/(\omega C) = 1/(2\pi \times 3.14 \times 300 \times 10 \times 10^{-6}) = 53.1 (\Omega)。$$

式中, ω 为角速度, rad/s; C 为电容, F。

(3) 杂音计测量线尽可能短地接入受试设备输出端。

3.2 宽频杂音电压测量

3.2.1 测量方法

(1) 打开杂音计电源预热,调零,自校。

(2) 测试。阻抗档至 75 Ω,电平档至 +10 dB,时间档至 200 ms,测试同轴线中串入 1 只大于 0.1 μF/100 V 的无极性电容。将同轴芯线接入电源正极性端,同轴屏蔽接入电源负极性端,功能档分别调至频段 3.4~150 kHz 频段和 150 kHz~30 MHz 频段。

(3) 记录。调节电平档,仪表指示为清晰读数,分别记录表头指示电压值。若为电平值读数应换算至电压值。

3.2.2 注意事项

(1) 把受试的高频开关电源输出按照要求调整至最大负载输出。

(2) 杂音计测量线尽可能短地接入受试备输出端。

(3) 用杂音计“宽频”测量方式测量输出端宽频杂音电压值。

3.3 峰-峰杂音电压测量

3.3.1 测量方法

在上述“1.3 峰-峰值杂音电压”中,介绍了选择 20 MHz 以上扫描频率示波器的原因。使用示波器测量峰-峰杂音的方法与用示波器测量其他物理参数相同。

3.3.2 注意事项

(1) 示波器用电须经隔离变压器与市电隔离,且示波器机壳不接地。

(2) 把受试的高频开关电源输出按照要求调整至最大负载输出。

(3) 20 MHz 示波器测量探头尽可能短或绞线接入受试备输出端。

(4) 20 MHz 示波器水平扫描低于 0.5 s 测量输出端峰-峰值杂音电压值。

3.4 离散杂音电压测量

3.4.1 测量方法

测量离散杂音电压时,将 3.4 kHz~30 MHz 的频率范围划分成 4 个频段,不同频段中有不同的电压准峰值要求,按照表 1 规定进行。测量图谱如图 2 所示,图中标记的 MKR 点即为每个频段内的准峰值点。

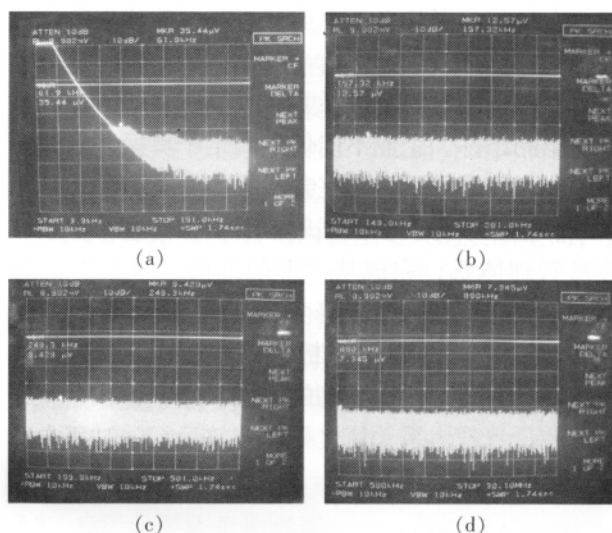


图 2 频谱分析仪测量的离散杂音电压

3.4.2 注意事项

(1) 依据 GB/T 16821—2007 离散杂音电压时,推荐使用测量频宽在 15 Hz~10 GHz 或以上频谱分析仪。铁路用高频开关电源离散杂音测量按照 TB/T 2993.3—2000 要求进行,使用选频电平表测量。

(2) 频谱分析仪/选频电平表测量输入端应串联 0.1 μF/100 V 无极性电容器。

参考文献

- [1] GB/T 16821—2007 通信用电源设备通用试验方法 [S].
- [2] YD/T 731—2008 通信用高频开关整流器 [S].
- [3] TB/T 2993.3—2000 铁路通信站用-48 V 高频开关整流设备 [S].
- [4] YD/T 1058—2007 通信站高频开关电源系统 [S].