



CECS 67 : 94

中国工程建设标准化协会标准

交流电气化铁道对电信
线路杂音干扰影响的计算规程

Calculation Methods for Noise Disturbance of A.C
Electrified Railway Effects Telecommunication lines.

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

中国工程建设标准化协会标准

交流电气化铁道
对电信线路杂音干扰影响的计算规程

CECS67 : 94

主编单位：中国工程建设标准化协会电气
工程委员会电磁干扰分委会
批准部门：中国工程建设标准化协会
批准日期：1994年12月13日

前 言

现批准《交流电气化铁道对电信线路杂音干扰影响的计算规程》**CECS:94** 为中国工程建设标准化协会标准,供有关单位使用。在使用过程中,请将意见及有关资料寄交北京良乡电力部电力建设研究所中国工程建设标准化协会电气工程委员会(邮政编码102401),以便修订时参考。

中国工程建设标准化协会
1994年12月13日

中国建筑资讯网

WWW.CECSAEC.COM

目 次

1 总 则	(1)
2 名词术语	(2)
3 技术规定	(4)
4 计算公式及参数	(6)
附加说明	(12)

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

1 总 则

1.0.1 本标准规定了电气化铁道对电信线路的杂音干扰影响的计算方法。

1.0.2 本标准适用于交流 25 千伏供电制式的直接供电、有回流线直接供电、吸流变压器—回流线供电等方式的电气化铁道对电信线路的杂音干扰影响计算。

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

2 名词术语

2.0.1 磁杂音干扰影响

以牵引网的谐波电流为起因，在音频电话线路感应的差模杂音计电压，影响了回路的正常工作称磁杂音干扰影响。

2.0.2 差模杂音计电压

平衡回路两线间的杂音计电压称差模杂音计电压。

2.0.3 共模杂音计电压

线——地间的杂音计电压称共模杂音计电压。

2.0.4 等效干扰电流

将接触导线中流过的各次音频谐波电流的影响分别等效为 800Hz 电流的合成影响与一个 800Hz 电流的影响等效，该 800Hz 的电流称等效干扰电流。

2.0.5 敏感系数

在两端匹配，其长度为 $1/4$ 左右波长 (800Hz) 的电气短线上，同步测得的差模杂音计电压 $600(\Omega)$ 与共模杂音计电压 (高阻) 之比称敏感系数。

2.0.6 驻波系数

表征接触导线中等效干扰电流驻波分布特性的系数称驻波系数。

2.0.7 衰减因子

表征杂音计电压在计算长度累积过程中的衰减特性的系数称衰减因子。

2.0.8 计算长度

用以确定杂音干扰影响容许值的电信线长度称计算长度。

2.0.9 接近段长度

与电气化铁道接近范围内的那部份电信线的长度称接近段长度。

2.0.10 受影响长度

接近段内的电信线在电气化铁道路基上的投影长度称受影响长度。

2.0.11 延长段长度

超出接近段长度外的电信线长度称延长段长度。

2.0.12 音频传输

音频信号不经频分复用 (FDM) 或时分复用 (TDM) 过程而直接在金属线上进行传输称音频传输。

2.0.13 复杂接近段

由平行接近段和斜接近段组成的接近段称复杂接近段。

WWW.SINOAE.COM

中国建筑资讯网

3 一般规定

3.0.1 计算电气化铁道对电信线路的杂音干扰影响时,只计算接触导线为正常工作状态,电信线为音频传输,仅由对地不平衡所引起的磁杂音干扰影响。对以频分或时分复用的传输线路不考虑其杂音干扰影响。

3.0.2 计算电气化铁道对电信线路的磁杂音干扰影响时,当计算长度内同时受多个供电臂影响或在同一供电臂内受影响的电信线路经增音机、变压器或交换机转接分割成多个受影响段,以及供电臂内采用 BT 和回流线等混合供电方式时,应分别计算各受影响段的杂音计电动势或杂音计电压取其平方和的平方根。

3.0.3 计算长度的确定

3.0.3.1 对本地电话网为用户至本地交换机再至长途交换机间的连续音频传输电路的长度。对长市合一局或中继线已数字化时,则为用户到本地交换机间的长度。

3.0.3.2 对作为业务联络的音频传输线路为相邻有人站间(明线)或无人站间(电缆)的长度。

3.0.3.3 对铁路或其它专用网的共线音频传输回路为末端分机至总机间的长度。

3.0.4 计算电气化铁道对电信线路的磁杂音干扰影响时,应按各受影响段分别考虑下列因素:

- (1) 在计算长度全长的衰减特性(衰减因子);
- (2) 接触导线上等效干扰电流的驻波分布特性(驻波系数);
- (3) 邻近电气化铁道和电信线路 20 米以内的接地金属屏蔽体,如铁轨,屏蔽线,油、气、水管线,电缆金属护层及内部芯线,具有钢结构的桥梁、隧道及建筑物等的屏蔽作用;

(4) 在城区的城市综合屏蔽体的屏蔽作用。

3.0.5 对磁杂音干扰影响的计算,宜采用等效频率(800Hz)法。如能获得各次音频谐波的有关参数时,也可采用谐波相位叠加法。

3.0.6 对受影响段为复杂接近段时,磁杂音干扰影响计算中的互感值宜取平均互感值。

3.0.7 磁杂音干扰影响的计算值不大于容许值的1.5倍时,可通过实测进一步确认。

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

4 计算公式及参数

4.0.1 对计算段总的杂音计电动势，用等效频率（800Hz）法的计算式：

$$E_M = \sqrt{\sum_{j=1}^m E_{mj}^2} \quad (4.0.1-1)$$

式中 E_M ——计算长度内总的杂音计电动势 (mv)；

E_{mj} ——第 j 受影响段的杂音计电动势 (按 4.0.1-2 式计算)；

m ——计算长度内受影响段的个数。

4.0.1.1 计算长度内第 j 受影响段的杂音计电动势的计算式：

$$E_{mj} = \omega M_{ji} L_j \eta_j S_j K_j A_j \times 10^3 \quad (\text{mv}) \quad (4.0.1-2)$$

式中 $\omega = 2\pi \cdot 800$ (角频率)；

M_{ji} ——第 j 受影响段的平均互感 (按 4.0.-3 式计算)；

I_j ——第 j 受影响段对应牵引变电所端的等效干扰电流 (设有平滑滤波器的电力机车牵引取 4A，无平滑滤波器的电力机车牵引取 7A)；

L_j ——第 j 受影响段长度 (km)；

η_j ——第 j 受影响段电信线的敏感系数 (按表 4.0.1-1 取值)；

S_j ——第 j 受影响段邻近电气化铁道 (钢轨、回流线、吸流变压器、铁道长途电缆等) 和邻近电信线 (电缆金属外皮、架空地线等) 20 米以内的各种屏蔽体的实效屏蔽系数，以及城市综合屏蔽系数 (按表 4.0.1-4 取值) 的乘积；

K_j ——第 j 受影响段对应接触导线上等效干扰电流的驻波分布系数 (按表 4.0.1—2 取值);

A_j ——第 j 受影响段电信线的衰减因子 (按 4.0.1—10 式计算)。

4.0.1.2 受影响段为复杂接近段时, 平均互感值按下式计算。

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^n M_i L_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (4.0.1-3)$$

式中 M_j ——第 j 受影响段的平均互感值 (H/km);

M_i ——在第 j 受影响段内的第 i 接近段的互感值 (H/km) (按 4.0.1—4、5 式计算);

L_i ——在第 j 受影响段内的第 i 接近段的受影响长度 (km);

n ——在第 j 受影响段内的接近段数。

等效 800Hz 的敏感系数 η 表 4.0.1—1

电信线类型	线路条件	η 取值
明线	横担铜回路 ($a=20\text{cm}$)	0.003
	弯钩铜回路 ($a=40\text{cm}$)	0.005
	横担铁回路 ($a=20\text{cm}$)	0.004
	弯钩铁回路 ($a=40\text{cm}$)	0.006
电缆	不加感或加感施以对地电容补偿的长途电缆	0.0006
	对绞市话电缆	0.001

接触导线的等效干扰电流驻波系数 K 表 4.0.1—2

以牵引变电所为零点的接触导线分段 (km)	0~10	10~20	20~30	0~30
k 取值	0.85	0.60	0.40	0.55

4.0.1.3 接近段互感值按如下公式计算。

当 $X < 10$ 时:

$$M_i = (142.5 + 45.96X - 1.413X^2 - 198.4 \times \ln X) \times 10^{-6} \quad (\text{H/Km}) \quad (4.0.1-4)$$

当 $X > 10$ 时:

$$M_i = \frac{400}{X^2} \times 10^{-6} \quad (\text{H/km}) \quad (4.0.1-5)$$

式中 $X = d \sqrt{\frac{\mu_0 \omega}{\rho}}$

其中 d —— 接近距离 (m);

μ_0 —— $4\pi \times 10^{-7}$ (H/m) —— 真空导磁率;

ρ —— 大地电阻率 ($\Omega \cdot \text{m}$)。

4.0.1.4 屏蔽系数的计算

(1) 电缆金属外皮的理想屏蔽系数按下式计算。

$$S_0 = \frac{R_m}{R_m + j\omega(L_m + L_0)} \quad (4.0.1-6)$$

式中 $R_m = \frac{1000\rho_m}{\pi(D-t)t}$ —— 金属外皮的直流电阻 (Ω/km)

其中 ρ_m —— 金属外皮的电阻率 (铝取 0.029, 铅取 0.221) ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

t —— 金属外皮厚度 (mm);

D —— 金属外皮的外直径 (mm);

$L_m = \frac{4\mu_r M N t'}{D + t'} \times 10^4$ —— “外皮—大地” 回路的内电感 (H/km);

其中 μ_r —— 纵向感应杂音计电动势为 3~5V/km 时, 铠装钢带的相对磁导率;

$M = \frac{\alpha}{\alpha + \Delta\alpha}$ —— 钢带重叠系数 (α 为钢带宽度, $\Delta\alpha$ 为绕包间隙);

N —— 钢带层数;

t' —— 钢带厚度 (mm);

L_0 —— “外皮—大地” 回路的外电感, 一般取值为 $2.0 \times 10^{-3} \text{H/km}$ 。

当计算参数获取有困难时；可参考表 4.0.1—3 取值。

典型电缆外径的理想屏蔽系数 S_0 (800Hz)

表 4.0.1—3

电缆型号及容量	S_0 取值	金属护套参考外径 (mm)
HEQ ₂ -1×4×1.2	0.14	14
HEQ ₂ -4×4×1.2	0.12	21
HEQ ₂ -7×4×1.2	0.09	27
HOYDQZ ₁₂ -4×2.6/9.5	0.06	29
HOYDQA ₁₂ -8×2.6/9.5	0.05	30
HDYFL ₂₂ -14×4×0.6	0.03	32

(2) 均匀接地电缆实效屏蔽系数按下式计算。

$$S_{ja} = S_0 + (1 - S_0) \frac{1}{r_m l_j} \quad (4.0.1-7)$$

式中 r_m ——电缆“外皮—大地”回路 800Hz 的传播常数 (1/km)；

S_0 ——电缆的理想屏蔽系数；

l_j ——第 j 受影响段电信线的长度 (km)。

(3) 塑料绝缘外护套间隔接地电缆实效屏蔽系数按下式计算。

$$S_{ja} = S_0 + (1 - S_0) \frac{2}{r_m l_j} \quad (4.0.1-8)$$

式中 $r_m' = \frac{1}{S} \ln(u + \sqrt{u^2 - 1})$ ——间隔接地后“外皮—大地”回路经均匀化以后的传播常数 (1/km)。

其中 $u = \frac{1}{Sh \epsilon_s} \text{Sh}(rS + \epsilon_s)$ ；

S ——平均接地间距 (km)；

$\epsilon_s = \frac{1}{2} \ln \frac{Z_c + 2R}{Z_c - 2R}$ (R 为中间平均接地电阻值 Ω)；

γ 、 Z_c ——为中间不接地时塑料外皮电缆“外皮—大地”回路的传播常数 (1/km)。

(4) 听流变压器一回流线装置的综合屏蔽系数按下式计算。

$$S_j = \left[\frac{S_B}{\lambda_R} \left(l_p - \frac{l_t}{2} \right) + \frac{l_t}{2} \right] / l_p \quad (4.0.1-9)$$

式中 S_B ——吸流变压器长回路的屏蔽系数，一般取值为 0.0025；

λ_R ——钢轨的屏蔽系数（按表 4.0.1-4 取值）；

l_p ——第 j 受影响段内装设吸流变压器的长度（km）；

l_t ——装设吸流变压器的平均间距（km）。

(5) 其它屏蔽体外电感的实效屏蔽系数，在无实测资料时可按表 4.0.1-4 取值。

其它屏蔽体的实效屏蔽系数（800Hz） 表 4.0.1-4

屏蔽体名称		实效屏蔽系数取值
钢轨	单线铁路	0.45
	复线铁路	0.35
铁路长途电缆	铝皮有钢带	0.85
	铝皮无钢带	0.55
	铝皮无钢带	0.85
单设回流线		0.65
防雷排流线		0.90
电缆的相邻芯线		0.8~0.9
城市综合屏蔽体	市区	0.1~0.2
	郊区	0.4~0.6

4.0.1.5 受影响段电信线的杂音计电势衰减因子按下式计算。

$$A_j = \frac{1 - e^{-\alpha l_j}}{2\alpha l_j} (e^{-\alpha l_{1j}} + e^{-\alpha l_{2j}}) \quad (4.0.1-10)$$

式中 A_j ——第 j 受影响段电信的衰减因子；

α ——电信线在 800Hz 的衰减常数 (1/km) (按表 4.0.1-5 取值)；

l_j ——第 j 受影响段所对应电信线的长度 (km);

l_1 、 l_2 ——第 j 受影响段左、右延长段电信线的长度 (km)。

注: (4.0.1—10) 式等号右边展开括号后的两项即分别为左、右两端杂音计电压的衰减因子。

电信线的衰减常数 (800Hz)

表 4.0.1—5

线路类型	条 件	α (1/km)
明 线	铁线 4.0mm 线径	0.018
	铜线 3.0mm 线径	0.004
长途电缆	0.9mm 芯径不加感电缆	0.055
	0.9mm 芯径加感电缆	0.020
市话电缆	0.5mm 芯径不加感电缆	0.138
	0.6mm 芯径加感电缆	0.068

附加说明

主 编 单 位：中国工程建设标准化协会电气
工程委员会电磁干扰分委员会

主要起草人：孙泽民 李伯寅 周宗鲁

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网