

ICS 29.020

P 62

备案号: J523—2006

**DL**

**中华人民共和国电力行业标准**

**P**

**DL/T 5033 — 2006**

代替 DL 5033 — 1994 和 DL/T 5063 — 1996

---

# 输电线路对电信线路危险和 干扰影响防护设计规程

**The design rules of telecommunication lines against danger  
and interference effects from power transmission lines**

**2006-05-06 发布**

**2006-10-01 实施**

---

**中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布**

## 前 言

本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于下达 2003 年行业标准项目补充计划的通知》(发改办工业[2003] 873 号)的要求,对 DL 5033—1994 《送电线路对电信线路危险影响设计规程》和 DL/T 5063—1996 《送电线路对电信线路干扰影响设计规程》进行的修订。

本标准与 DL 5033—1994 和 DL/T 5063—1996 比较有以下主要变化:

- 扩展了适用范围;
- 修订了电信明线和电信电缆的危险影响允许值;
- 增加了通信光缆线路的危险和干扰影响允许值;
- 修订了铁路信号电线路的危险影响允许值;
- 修改了防护措施内容;
- 将原两个规程合编成一个。

本标准实施后代替 DL 5033—1994 和 DL/T 5063—1996。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 为规范性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业规划设计标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准负责起草单位:西南电力设计院。

本标准参加起草单位:中国电力工程顾问集团公司、华东电力设计院、西北电力设计院、中南电力设计院、东北电力设计院、华北电力设计院、山东电力工程咨询院、广东省电力设计研究院、河南省电力勘测设计院、江苏省电力设计院、辽宁省电力设计院。

本标准主要起草人:魏德军、王永刚、王强、陶勤、张永忠、王刚、苗桂良、韩燕明、吴锡全、王毅、赵世雄、李其生、王作民、

熊万洲、于文志、强玉平、于泓。

本标准所代替标准 DL 5033—1994 的发布时间：1994 年 4 月 14 日。

本标准所代替标准 DL/T 5063—1996 的发布时间：1996 年 12 月 18 日。

## 1 范 围

本标准规定了交流高压架空输电线路（简称输电线路）对电信线路危险和干扰影响允许值，给出了危险和干扰影响计算方法，提供了必要的参数，提出了防护措施。

本标准适用于 35kV 及以上三相交流架空输电线路对符合相关标准要求的电信线路的防护设计。



## 2 术 语 和 定 义

下列术语和定义适用于本标准。

### 2.0.1

**高可靠输电线路 high trustworthy power transmission lines**

中性点直接接地系统的输电线路，故障率低，一相接地短路故障电流持续时间短，大多数情况小于 0.2s，不超过 0.5s。

### 2.0.2

**中性点不直接接地系统 neutral point not direct grounded system**

变压器的中性点不接地或经消弧线圈、高阻抗接地的系统。

### 2.0.3

**中性点直接接地系统 neutral point direct grounded system**

变压器的中性点直接或经低阻抗接地的系统。

### 2.0.4

**电信线路 telecommunication lines**

架空明线、架空或埋地电缆、架空或埋地光缆等型式的通信线路，铁路信号电线路，有线广播电视（信号、馈电、用户）线路以及遥控遥信线路。

### 2.0.5

**铁路信号电线路 railway signal electrical lines**

传输铁路信号系统信息的电缆及架空明线，如继电半自动闭塞、自动闭塞方向电路、遥控线路、遥信线路及自动闭塞区间的轨道电路。

### 2.0.6

**自动闭塞方向电路 automatic obturate way circuit**

自动闭塞区段内，同一铁路上列车双方向运行时，用以确定

列车运行方向的电路。

## 2.0.7

**有线广播用户线** **broadcasting user's lines**

有线广播功率传输系统中，匹配变压器输出端与用户设备输入端之间的传输线。

## 2.0.8

**音频传输** **voice-frequency transmission**

音频信号不经模拟调制或数字编码过程，而直接在金属导线上进行传输。

## 2.0.9

**危险影响** **danger effects**

电信线路遭受输电线路感应产生的电压和电流，足以危害电信运行维护人员的生命安全；损坏电信线路或设备；引起构筑物火灾以及铁路信号设备误动而危及行车安全。

## 2.0.10

**干扰影响** **interference effects**

电信线路遭受输电线路电感应和磁感应产生的电压和电流足以影响电信回路的正常运行。

## 2.0.11

**接近** **adjacency**

电信线路与输电线路的相对位置，使输电线路的电磁影响在电信线路上可能产生危险或干扰时称为接近。

两线路接近距离的变化不超过其算术平均值的 5% 时，称为平行接近。超过 5% 时，且两线路接近距离呈线性增加或减少时（输电线路、电信线路均无转折点）称为斜接近。

## 2.0.12

**接近距离** **adjacent distance**

在电信线中心线上任意一点引伸到输电线路中心线，并与输电线路方向垂直的距离，用  $a$  表示，如图 2.0.12 所示。

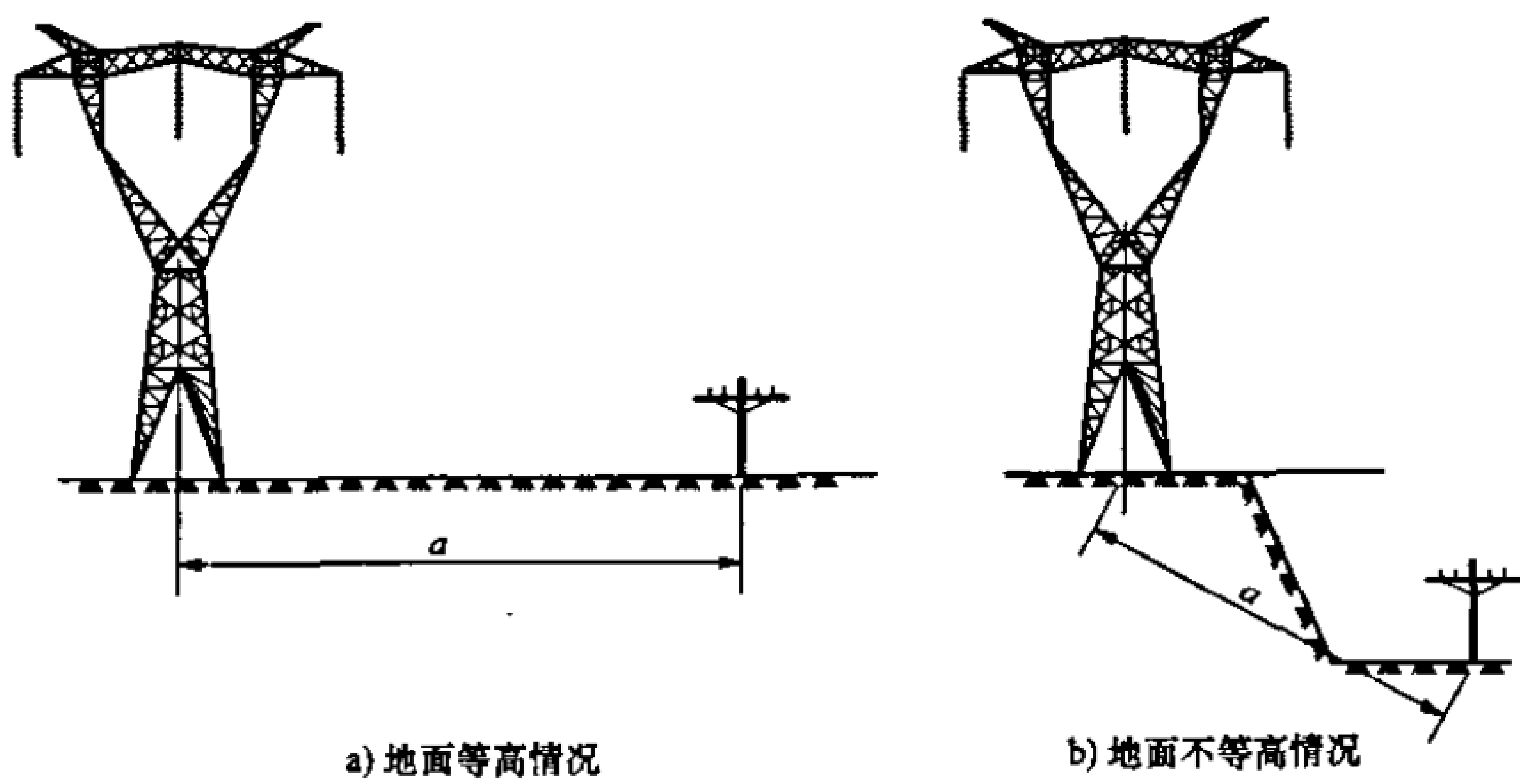


图 2.0.12 输电线路与电信线路接近示意图

2.0.13

等值距离    **equivalent distance**

斜接近段两端距离的比值为  $1/3 \leq (a_A/a_B) \leq 3$  时，可用等值距离  $a$  来计算，如图 2.0.13 所示

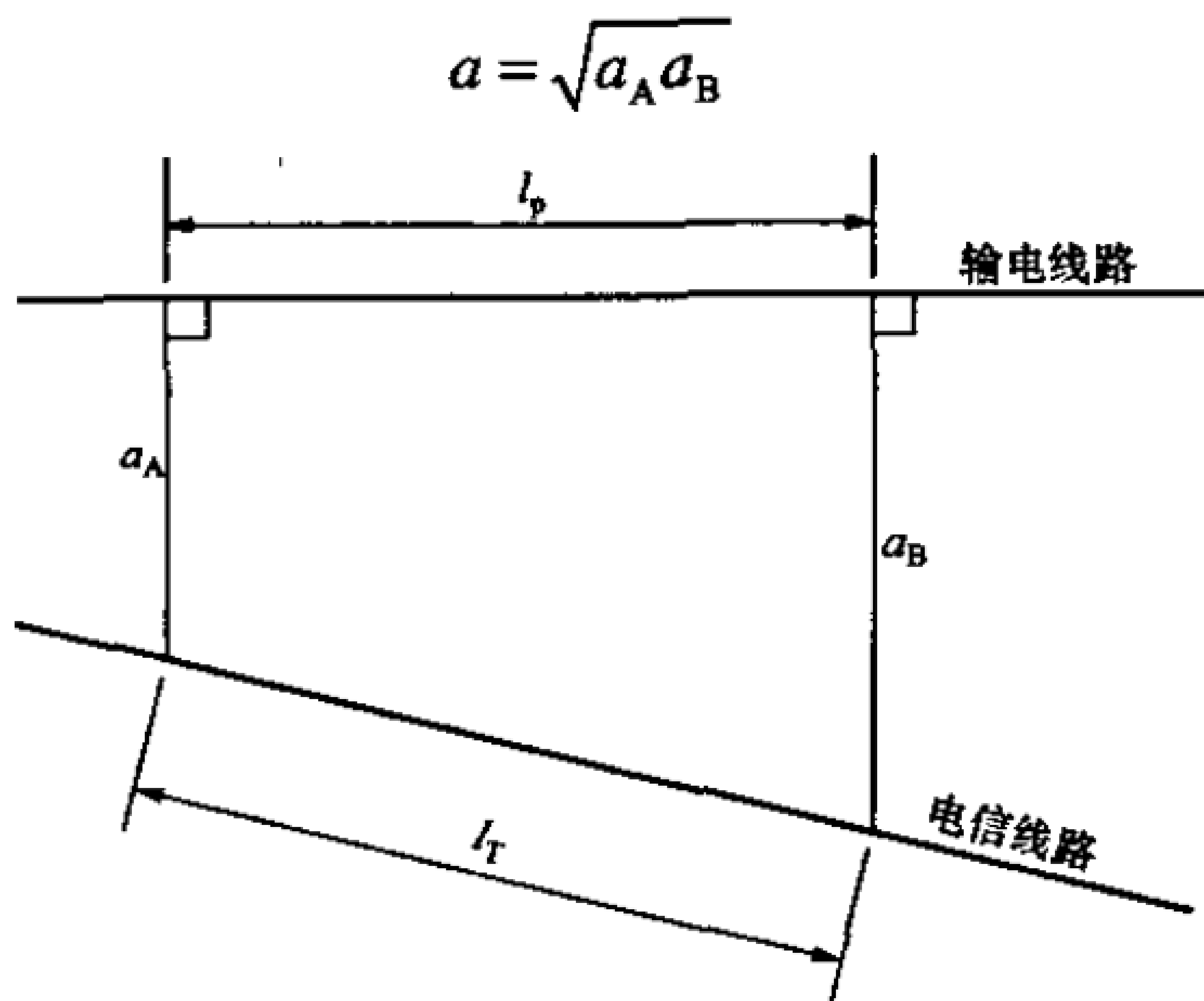


图 2.0.13 接近距离和接近长度示意图

$a_A$ 、 $a_B$ —分别为斜接近段两端的接近距离； $l_T$ —接近段的电信线路长度； $l_p$ —接近段长度

## 2.0.14

**接近段长度** **length of adjacent sect**

电信线路接近段在输电线路上的投影长度，用符号  $l_p$  表示，如图 2.0.13 所示。

## 2.0.15

**交叉跨越** **cross-over**

输电线路从电信线路的一侧跨越至另一侧。

## 2.0.16

**感性耦合影响** **inductive coupling effect**

由输电线路和大地中的电流通过电感耦合对电信线路产生的影响。

## 2.0.17

**阻性耦合影响** **resistive coupling effect**

流过输电线路杆塔接地装置的短路电流，在流入、流出大地的区域与远方大地之间产生电位差，使大地电位升高，通过大地电阻耦合对电信局（站）接地装置、埋地电缆、埋地光缆产生的影响。

## 2.0.18

**容性耦合影响** **capacitive coupling effect**

由输电线路的电压通过电容耦合对电信线路产生的影响。

## 2.0.19

**磁感应纵电动势** **magnetic induction endlong electromotance**

输电线路和大地中的电流由感性耦合在电信线路上任意两点间感应的电位差。

## 2.0.20

**磁感应对地电压** **magnetic induction ground voltage**

输电线路和大地中的电流由感性耦合在电信线路上任意一点所感应的对地电位。

## 2.0.21

**电感应人体电流** **electro-induction body current**

当人体触及位于输电线路高压电场内对地绝缘的电信线路时,由容性耦合引起的流经人体的电流。

2.0.22

**加权(衡重) weight**

为了使测量与主观评定一致而对不同频率分量相对于某一参考频率进行衰减或提升的结果。

2.0.23

**加权网络(衡重网络) weighted net**

用来实现加权各种频率音响效果的网络。

2.0.24

**噪声计(杂音计) noise-meter**

由加权网络和电压表组成的测量仪器。

2.0.25

**噪声计电压 noise-meter voltage**

在音频电话回路的远端接入一个与该回路特性阻抗相等的纯电阻,在近端连接一个  $600\Omega$  纯电阻(如果回路特性阻抗不是  $600\Omega$  时,利用变量器进行匹配),这时在  $600\Omega$  纯电阻上用噪声计测得的电压,即为噪声计电压。

2.0.26

**噪声计电动势 noise-meter electromotance**

音频电话回路两端的噪声计电压绝对值之和。

2.0.27

**等效干扰电流 equivalent interference current**

在输电线路中流过  $800\text{Hz}$  的电流,使在邻近的电话回路中所引起的噪声计电动势与该线路内实际存在的各次谐波电流所引起的噪声计电动势相等,该电流称为等效干扰电流。

2.0.28

**等效干扰电压 equivalent interference voltage**

在输电线路上加以  $800\text{Hz}$  的电压,使在邻近的电话回路中所

引起的噪声计电动势与该线路内实际存在的各次谐波电压所引起的噪声计电动势相等，该电压称为等效干扰电压。

### 2.0.29

**敏感系数 sensitivity coefficient**

用来表征电信线路对干扰影响的敏感性。在客观上反映电信线路两导线的阻抗平衡度称为磁敏感系数；反映电信线路两导线的导纳平衡度称为电敏感系数。

在音频范围内，两者在数值上较接近，统称为敏感系数。

### 2.0.30

**屏蔽系数 screen factor**

当有屏蔽体和没有屏蔽体时，输电线路在电信线路上感应的电压或电流之比。

### 2.0.31

**电学上的短线路 electrical short line**

当电信线路长度少于信号波长的 10% 时，该电信线路可看作是“电学上的短线路”。

### 2.0.32

**传播效应的衰减系数 attenuation factor of transmission effect**

表征噪声计电压在计算长度累积过程中传播效应的衰减特性的系数。

### 2.0.33

**环路影响 ring effect**

电信回路 a、b 两导线与输电线路 A、B、C 三相导线几何位置不对称引起的磁感应和电感应干扰影响。

### 2.0.34

**不平衡影响 unbalance effect**

电信回路两导线的导纳、阻抗的不平衡所引起的磁感应和电感应干扰影响。

### 3 输电线路故障状态和电信回路工作状态

3.0.1 输电线路对邻近电信线路可能产生危险影响的故障状态，应考虑下列几种情况。

- 1 三相对称中性点直接接地系统的输电线路一相接地短路。
- 2 三相对称中性点不直接接地系统的输电线路两相在不同地点同时接地短路。

- 3 三相对称中性点不直接接地系统的输电线路一相接地短路。

3.0.2 输电线路对邻近电信线路进行危险影响计算时，宜根据电信线路工作状态，选择下列不同的电信回路工作方式。

- 1 电信回路一端是低阻抗接地，而另一端是高阻抗接地（开路）。
- 2 电信回路两终端经低阻抗接地。
- 3 电信回路两终端的导线与大地间都是高阻抗（开路）。

4 危险和干扰影响允许值

4.1 危险影响允许值

4.1.1 中性点不直接接地系统的输电线路一相接地短路，而人体碰触邻近电信导线时，由容性耦合引起的流经人体的电流允许值为 15mA。

4.1.2 在输电线路故障状态下，电信明线上的磁感应电压（包含磁感应纵电动势和磁感应对地电压）应符合下列规定。

1 基本电压允许值见表 4.1.2-1。

表 4.1.2-1 基本电压允许值

输电线路	允许电压 V
高可靠输电线路	650
其他输电线路	430

2 考虑输电线路故障持续时间的人身安全电压允许值见表 4.1.2-2。

表 4.1.2-2 人身安全电压允许值

故障持续时间 $t$ s	允许电压 V
$0.35 < t \leq 0.5$	650
$0.2 < t \leq 0.35$	1000
$0.1 < t \leq 0.2$	1500
$t \leq 0.1$	2000



4.1.3 在输电线路故障状态下，电信电缆芯线上的磁感应电压（包含磁感应纵电动势和磁感应对地电压）应符合下列规定。

1 电信电缆芯线两端有绝缘变压器，或一端为绝缘变压器而另一端通过低阻抗接地或与带有接地的金属护套或屏蔽层连接，或所有电缆芯线在两终端都装有避雷器时，电信电缆芯线上的磁感应电压允许值见表 4.1.3。

表 4.1.3 电信电缆芯线上的磁感应电压允许值

电信电缆远距离供电方式	允许电压 V
无远距离供电	$0.6U_{Dcl}$ 或 $0.85U_{At}$
“导线—大地”制远距离供电	$0.6U_{Dcl} - \frac{U_n}{\sqrt{2}}$ 或 $0.85U_{At} - \frac{U_n}{\sqrt{2}}$
“导线—导线”制远距离供电	$0.6U_{Dcl} - \frac{U_n}{2\sqrt{2}}$ 或 $0.85U_{At} - \frac{U_n}{2\sqrt{2}}$
注： $U_{Dcl}$ —电缆芯线与接地护套间的直流试验电压，V； $U_{At}$ —电缆芯线与接地护套间的交流试验电压，V； $U_n$ —影响计算区段远供电电压，V。	

2 当电信电缆芯线不符合 4.1.3 条 1 款规定的条件时，电信电缆芯线上的磁感应电压允许值应符合 4.1.2 条的规定。

4.1.4 考虑输电线路故障持续时间的设备安全电压允许值见表 4.1.4。

表 4.1.4 设备安全电压允许值

故障持续时间 $t$ s	允许电压 V
$0.35 < t \leq 0.5$	650
$0.2 < t \leq 0.35$	780
$t \leq 0.2$	1030

- 4.1.5 当输电线路发生接地短路故障时，因地电流影响对邻近埋地电信电缆芯线和大地间引起的电位差，以及电信局（站）接地装置上的地电位升的允许值应符合 4.1.3 条的规定。
- 4.1.6 输电线路对埋地电信电缆线路同时产生感性耦合和阻性耦合两种影响时，合成后的数值应符合 4.1.3 条的规定。
- 4.1.7 在输电线路故障状态下，光缆线路上的磁感应电压（包含磁感应纵电动势和磁感应对地电压）影响允许值见表 4.1.7。当同时存在感性耦合和阻性耦合两种影响时，合成后的数值应符合表 4.1.7 的要求。

表 4.1.7 光缆金属构件上的磁感应电压允许值

光缆型式	允许电压 V
有金属线对、无远距离供电	$0.6U_{D2}$
有金属线对、有“导线—大地”制远距离供电	$0.6U_{D2} - \frac{U_n}{\sqrt{2}}$
有金属线对、有“导线—导线”制远距离供电	$0.6U_{D2} - \frac{U_n}{2\sqrt{2}}$
无金属线对、有金属构件	$0.6U_{D2}$
注 1： $U_{D2}$ —光缆绝缘外护套的直流试验电压，V。	
注 2： 无金属光缆线路不考虑危险影响。	

- 4.1.8 在输电线路故障状态下，非电气化铁道的半自动、自动闭塞方向电路及遥控、遥信线路的磁感应电压（包含磁感应纵电动势和磁感应对地电压）允许值应按 4.1.2 条和 4.1.3 条的规定确定。
- 4.1.9 当电信线路磁感应纵电动势超过允许值时，必须按 3.0.2 条电信回路工作状态进一步计算电信线路的导线与大地间产生的磁感应对地电压。只有在磁感应对地电压超过 4.1.2 条～4.1.7 条允许值时，电信线路才存在危险影响。

## 4.2 干扰影响允许值

4.2.1 音频双线电话回路噪声计电动势允许值应符合下列规定：

- 1 县电话局至县及以上电话局的电话回路为 4.5mV。
- 2 县电话局至县以下电话局的电话回路为 10mV。
- 3 业务电话回路为 7mV。

4.2.2 兼作电话用有线广播双线回路噪声计电动势允许值为 10mV。

4.2.3 输电线路在“线—地”电报回路中感应产生流过电报机的干扰电流允许值为电报机工作电流的 10%。

## 5 危险影响计算

### 5.1 计算规定

5.1.1 输电线路对电信线路的感性耦合危险影响，在中性点直接接地系统中，应按输电线路发生一相接地短路故障计算。在中性点不直接接地系统中，对长途电信电缆线路应按输电线路两相在不同地点同时发生接地短路故障计算，对其他电信线路不应考虑此项影响。

5.1.2 当输电线路与埋地电缆线路和埋地光缆线路接近时，应考虑地电流影响，并按中性点直接接地的输电线路发生一相接地短路故障时流过输电线路杆塔接地装置的短路电流计算。

5.1.3 输电线路对埋地电信电缆线路和光缆线路同时产生感性耦合和阻性耦合两种影响时，应按两者平方和的平方根计算合成影响。

5.1.4 中性点不直接接地的输电线路发生一相接地短路故障时，应计算输电线路在对地绝缘的电信线路上，因容性耦合引起人体电流产生的危险影响。

5.1.5 计算输电线路对邻近电信线路由感性耦合产生的危险影响时，应考虑5年~10年电力系统发展的规划容量。

5.1.6 当有多条输电线路与电信线路接近时，除考虑故障输电线路短路电流的影响外，宜同时考虑邻近的非故障输电线路分布电流的影响。

5.1.7 在增音机、分线箱、分线盒等处装有放电器防护的电信线路，应考虑当放电器动作时，电信线路的对地电压。

5.1.8 带有地线的输电线路，可考虑地线的返回电流效应。

5.1.9 对非电气化铁道的铁路信号电线路的危险影响计算宜与

电信线路相同。对电气化铁道的铁路信号电线路可不考虑危险影响。

## 5.2 感性耦合危险影响计算

### 5.2.1 电信线路上磁感应纵电动势应按式 (5.2.1) 计算

$$E_s = \sum_{i=1}^n \omega M_i l_{pi} I_s k_{50} \quad (5.2.1)$$

式中:

$E_s$ ——电信线路上磁感应纵电动势, V;

$\omega$ ——输电线路电流的角频率, rad/s,  $\omega = 2\pi f$ ,  $f=50\text{Hz}$ ;

$M_i$ ——50Hz 时输电线路与电信线路间第  $i$  段互感系数, H/km;

$l_{pi}$ ——输电线路第  $i$  段接近段长度, km;

$I_s$ ——输电线路一相接地或两相在不同地点同时接地的短路电流, A;

$k_{50}$ ——50Hz 时接近段内各种接地导体的电磁综合屏蔽系数。

5.2.2 无人增音站采用了防护滤波器时, 考虑防护滤波器对磁感应影响的抑制衰减作用, 电信电缆线路上的磁感应纵电动势应以无人增音段分段长度按式 (5.2.2) 计算

$$E_s = (1.1 \sim 1.2) \sum_{i=1}^n \omega M_i l_{pi} I_s k_{50} \quad (5.2.2)$$

5.2.3 两无限长平行接近线路间的互感系数可按附录 A 的 A.1 计算。

5.2.4 两无限长线路斜接近或交叉 (如图 5.2.4 所示) 的互感系数可按附录 A 的 A.2 计算。

5.2.5 在大地电导率小的地区可考虑互感有限长校正系数。有限长平行接近线路的互感系数可按附录 B 计算。

5.2.6 电信电缆线路、光缆线路遭受输电线路感性耦合危险影响的计算长度应按下列情况确定:

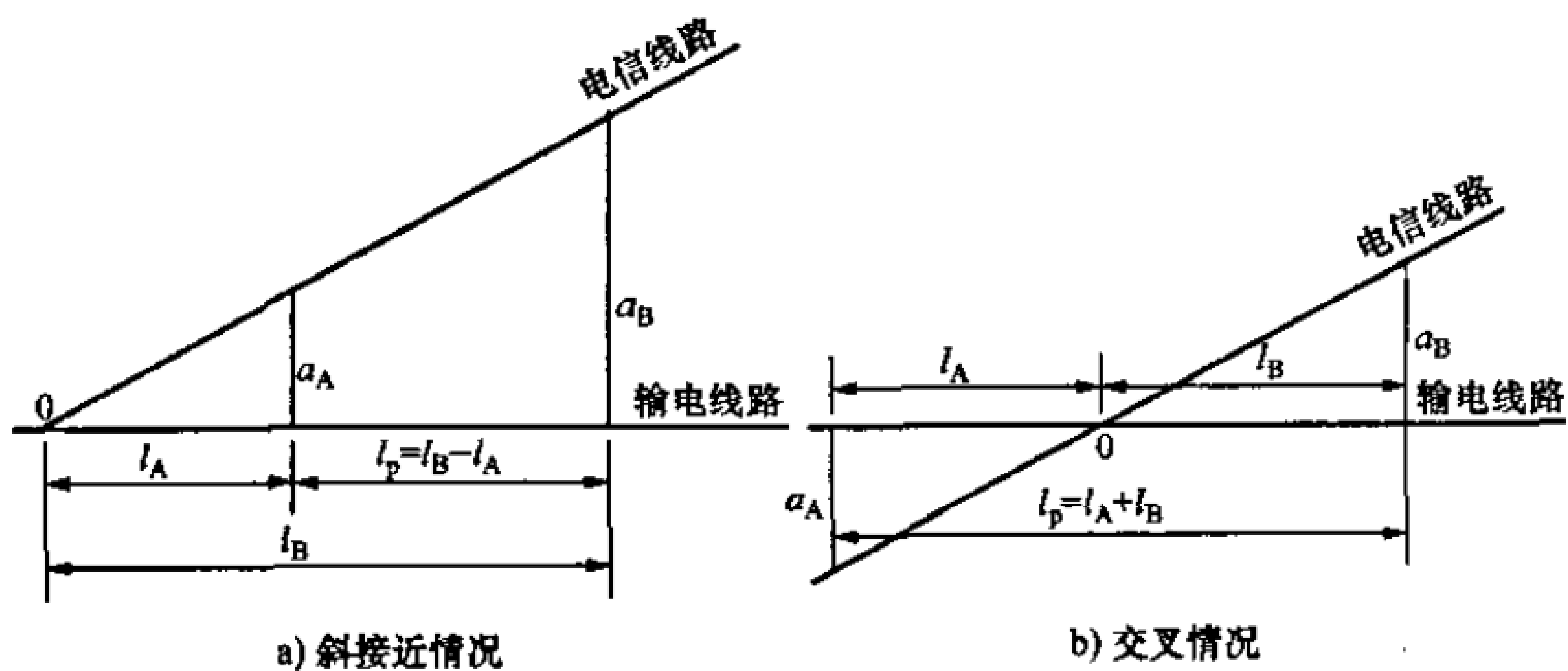


图 5.2.4 输电线路与电信线路斜接近和交叉相对位置示意图

1 电信电缆线路装设有隔离变压器时,应按隔离变压器分隔段长度单独确定。

2 电信电缆线路在无人增音站采用了防护滤波器时,宜按无人增音段长度确定。

3 电信电缆线路在无人增音站无防护滤波器时,应按远电源段长度计算。

4 光缆线路按光缆金属线对或金属构件各段的实际长度计算。

5.2.7 对非电气化铁道的铁路信号电线路感性耦合危险影响可按式 (5.2.1) 计算,其计算长度应按下列情况确定:

1 继电半自动的闭塞线路或自动闭塞的方向及报警电路,按相邻两车站间的闭塞线路长度计算。

2 遥控、遥信线路应按实回线长度计算。

5.2.8 当不考虑输电线路的地线返回电流作用时,地线屏蔽系数应按式 (C.1) 或式 (C.2) 计算。

5.2.9 有接地金属护套的电缆,应考虑电缆护套的屏蔽作用。屏蔽系数可通过实测求得,如无实测资料时,可按下列方法取值:

1 电信电缆线路固有屏蔽系数  $k_{si}$ ,可根据电信电缆结构特性分别从图 C.1~图 C.10 中查得。

2 电信电缆线路实效屏蔽系数,可按工程具体条件选用式

(C.4)、式 (C.6)、式 (C.19) 或式 (C.20) 计算。

5.2.10 当输电线路或电信线路与铁道相距较近时, 应考虑轨道的屏蔽作用。无实测资料时可参照表 C.1 选用。

5.2.11 当输电线路或电信线路经过城市、工矿企业地区时, 可考虑该地区环境屏蔽效应。

5.2.12 当输电线路与电信线路侧都存在接地屏蔽体时, 总的屏蔽系数为两者屏蔽系数的乘积。但对于同一线路侧有多条屏蔽体存在时, 应考虑屏蔽体间的相互影响, 其综合屏蔽系数可参照式 (C.3) 计算。

5.2.13 电信线路上的磁感应对地电压, 根据电信电路类型、终端特性, 应区别下列三种情况进行计算。

1 电信线路两端绝缘, 如图 5.2.13 所示单向供电时, 可分为以下两种情况进行计算。

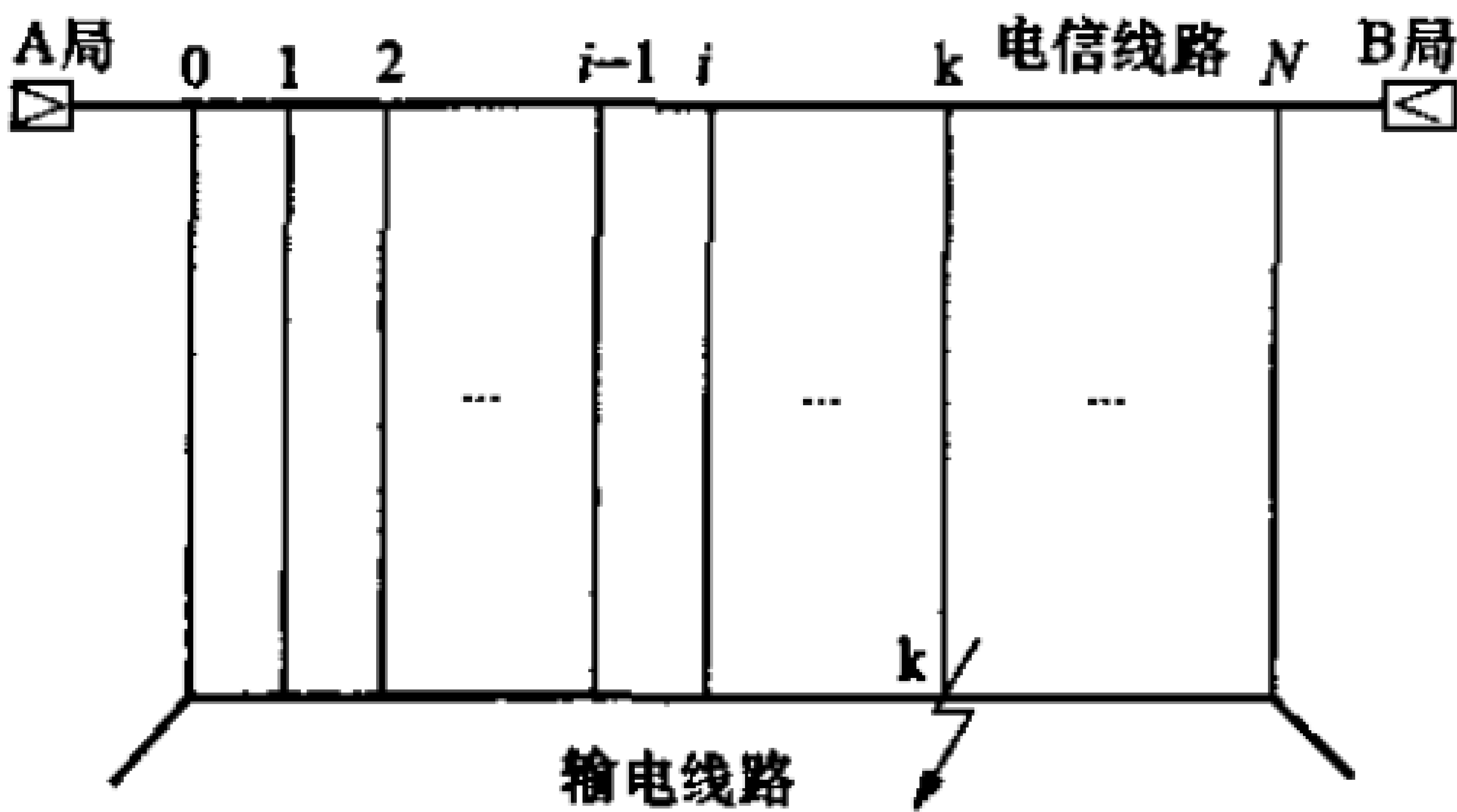


图 5.2.13 输电线路与电信线路间相对位置示意图

1) 输电线路 k 点故障, 电信线路首端 0 点处的磁感应对地电压可按式 (5.2.13-1) 计算

$$U_{0k} = \sum_{i=1}^n \frac{E_{ik}}{2} \left( \frac{l_{Ti} + 2l_{TBi}}{l_{TAB}} \right) \tag{5.2.13-1}$$

式中:

$U_{0k}$ ——电信线路首端 0 点磁感应对地电压, V;

$l_{Ti}$ ——电信线路第  $i$  段的长度, km;

$l_{TBi}$ ——电信线路第  $i$  段末端到终端局 (B 局) 的距离, km;

$l_{TAB}$ ——A、B 两电信局间电信线路总长, km;

$E_{ik}$ ——输电线路在  $k$  点发生一相接地短路故障时, 电信线路第  $i$  段的磁感应纵电动势, V。

当  $i$  段存在重复感应区或反向感应区时,  $E_{ik}$  应是在各种情况下感应的代数和,  $E_{ik}$  可按式 (5.2.13-2) 计算

$$E_{ik} = \sum_{i=1}^n \omega M_i l_{pi} I_s k_{50} \quad (5.2.13-2)$$

式中:

$I_s$ ——是一个代数值。

2) 电信线路沿线各点磁感应对地电压可按式 (5.2.13-3) 计算

$$U_i = U_{i-1} - E_i \quad (5.2.13-3)$$

式中:

$U_i$ ——电信线路沿线各点磁感应对地电压, V;

$U_{i-1}$ ——电信线路上第  $i-1$  点的磁感应对地电压, V;

$E_i$ ——电信线路上第  $i$  段的磁感应纵电动势, V。

双向供电时, 分别按单向供电计算, 然后代数相加。

2 电信线路一端接地, 一端绝缘。

1) 电信线路绝缘端磁感应对地电压可按式 (5.2.13-4) 计算

$$U_{in} = E_s \quad (5.2.13-4)$$

式中:

$U_{in}$ ——电信线路绝缘端磁感应对地电压, V。

2) 电信线路接地端磁感应对地电压可按式 (5.2.13-5) 计算

$$U_g = 0 \quad (5.2.13-5)$$

式中:

$U_g$ ——电信线路接地端磁感应对地电压, V。

3 电信线路两端接地, 即两侧电信终端局避雷器动作, 对应输电线路事故点  $k$  的电信线对地电压可按式 (5.2.13-6) 计算



$$U_k = \frac{E_1 l_{TBk} + E_2 l_{TAK}}{l_{TAK} + l_{TBk}} + \frac{\pm U_B l_{TAK} \mp U_A l_{TAK}}{l_{TAK} + l_{TBk}} \quad (5.2.13-6)$$

式中:

$U_k$  ——对应输电线路事故点  $k$  的电信线路磁感应对地电压, V;

$l_{TAK}$ 、 $l_{TBk}$  ——电信线路与输电线路事故点的对应点到两终端局的距离, km;

$E_1$ 、 $E_2$  —— $l_{TAK}$ 、 $l_{TBk}$  两线段上的磁感应纵电动势, V;

$U_A$ 、 $U_B$  ——电信线两终端局避雷器接地电阻压降, V。

当  $E_1 > E_2$  时,  $U_A$  取负值; 当  $E_1 < E_2$  时,  $U_B$  取负值。

5.2.14 对有线广播线路的信号线和用户线应分别计算危险影响。考虑维修人员安全, 对有线广播馈电线可作危险影响验算。

5.2.15 对装有放电器的电信线路, 应考虑和计算放电器动作时, 电信线路导线的对地电压。对地电压可按附录 D 计算。

### 5.3 容性耦合危险影响计算

5.3.1 在中性点不直接接地系统中, 发生一相接地短路故障时, 对邻近的架空电信明线, 由容性耦合引起的流经人体的电流应按式 (5.3.1) 计算

$$I_b = 18 \frac{m'}{m + m' + 2} f U_N \left[ \sum n(a) l_T k_d k_{s1} k_{s2} + \sum \frac{N(a_B) \pm N(a_A)}{a_B \pm a_A} l_T k_d k_{s1} k_{s2} \right] \times 10^{-6} \quad (5.3.1)$$

式中:

$I_b$  ——流经人体的电流, mA;

$m'$  ——人体碰触对地绝缘的电信回路导线数, 如双线回路  $m'=2$ , 双幻回路  $m'=4$ ;

$m$  ——电信线路接地导线数 (系指单线电话、单线电

报和单幻电报等);

$f$ ——输电线路电压频率, Hz;

$U_N$ ——输电线路额定电压, V;

$n(a)$ ——平行段耦合系数的函数, 应按表 5.3.1 选用;

$l_T$ ——电信线路长度, km;

$k_d$ ——地线屏蔽系数, 有地线时取  $k_d=0.75$ ;

$k_{s1}$ ——树木屏蔽系数, 靠近输电线路 3m 以内有连续树木时取  $k_{s1}=0.7$ ;

$k_{s2}$ ——树木屏蔽系数, 靠近电信线 3m 以内有连续树木时取  $k_{s2}=0.7$ ;

$N(a)$ ——斜接近或交叉跨越段耦合系数的函数, 应按表 5.3.1 选用;

$a_A、a_B$ ——输电线路与电信线路间斜接近段或交叉跨越段两端的距离, m, 见图 5.2.4。

式 (5.3.1) 第二项中的“ $\pm$ ”号: 斜接近段取“-”号, 交叉跨越段取“+”号。

表 5.3.1  $n(a)、N(a)$  函数表达式

条 件	$a > 0 \begin{cases} \left  \frac{b+c}{a} \right  > 0.1 \\ \left  \frac{b-c}{a} \right  > 0.1 \end{cases}$	$a > 0 \begin{cases} \left  \frac{b+c}{a} \right  < 0.1 \\ \left  \frac{b-c}{a} \right  < 0.1 \end{cases}$
函 数		
$n(a)$	$\ln \sqrt{\frac{a^2 + (b+c)^2}{a^2 + (b-c)^2}}$	$\frac{1}{2} \left[ \left( \frac{b+c}{a} \right)^2 - \left( \frac{b-c}{a} \right)^2 \right]$
$N(a)$	$a \left[ \ln \sqrt{\frac{a^2 + (b+c)^2}{a^2 + (b-c)^2}} + \frac{b+c}{a} \right. \\ \left. \times \arctan \frac{a}{b+c} - \frac{b-c}{a} \arctan \frac{a}{b-c} \right]$	$a \left\{ 1.571 \left( \frac{b+c}{a} - \frac{b-c}{a} \right) \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{b+c}{a} \right)^2 - \left( \frac{b-c}{a} \right)^2 \right] \right\}$
注: $a$ —输电线路与电信线路间任意点接近距离, m; $b$ —输电线路导线对地平均高度, m; $c$ —电信线路导线对地平均高度, m。		

5.3.2 在输电线路与电信线路的全部接近长度  $l_p$  中, 若接近距离  $a$  全部大于式 (5.3.2) 计算值时 (频率为 50Hz), 容性耦合危险影响可忽略不计

$$a = \frac{1}{12} \sqrt{U_N l_p} \quad (5.3.2)$$

式中:

$l_p$ ——接近长度, km。

## 6 干 扰 影 响 计 算

### 6.1 计 算 规 定

6.1.1 中性点直接接地系统的输电线路的计算应符合下列规定：

1 对音频双线电话的干扰影响应按输电线路正常运行状态计算；应考虑输电线路基波和谐波电流、电压的感应影响。

2 对线一地电报回路的干扰影响应按输电线路正常运行状态计算；应考虑输电线路基波电流、电压的感应影响。

3 对受多条输电线路干扰影响的电信线路，应按平方和的平方根计算多条输电线路的合成干扰影响。

6.1.2 中性点不直接接地系统的输电线路的计算应符合下列规定：

1 对音频双线电话的干扰影响应按输电线路单相接地短路故障状态计算，应考虑输电线路基波和谐波电压的感应影响。

2 对线一地电报回路的干扰影响应按输电线路单相接地短路故障状态计算，应考虑基波电压的感应影响。

3 不考虑多条输电线路的合成干扰影响。

6.1.3 对传输音频信号的中继线或用户线应计算干扰影响，而对传输频分复用（FDM）或时分复用（TDM）的电信线路不考虑干扰影响。

6.1.4 对有金属外皮或埋设地下的无金属外皮电信电缆，应考虑磁干扰影响，而不应考虑静电干扰影响。

6.1.5 双线电话回路的干扰影响有环路影响和不平衡影响，但一般情况，环路影响可忽略不计。

6.1.6 在进行干扰影响计算时，应计入电信线传播效应的衰减系数。

6.1.7 当有屏蔽体时，应计入屏蔽体 800Hz 的屏蔽系数。

6.1.8 对兼作电话用的有线广播双线回路宜按音频双线电话回路计算干扰影响。

6.1.9 无金属线对的光缆线路不考虑干扰影响。

## 6.2 音频双线电话回路计算

6.2.1 一般情况下，中性点直接接地系统的输电线路对音频双线电话回路干扰影响，可利用简化公式只计算不平衡影响的噪声计电动势分量  $e_{bV}$ 、 $e_{bI}$  和  $e_{rI}$ 。总噪声计电动势  $e$  可按式 (6.2.1) 计算

$$e = \sqrt{e_{bV}^2 + e_{bI}^2 + e_{rI}^2} \quad (6.2.1)$$

式中：

$e$ ——音频双线电话回路总噪声计电动势，mV；

$e_{bV}$ ——输电线路电压平衡分量感应引起的不平衡影响噪声计电动势分量，mV；

$e_{bI}$ ——输电线路电流平衡分量感应引起的不平衡影响噪声计电动势分量，mV；

$e_{rI}$ ——输电线路电流剩余分量感应引起的不平衡影响噪声计电动势分量，mV。

6.2.2  $e_{bV}$  可按式 (6.2.2-1) 计算

$$e_{bV} = U_{pb} g_e \eta \left| \sum \left\{ \frac{n'_e(a) l_T \psi}{l} + \frac{[n'_e(a)]_{a_A}^{a_B} l_T \psi}{l} \right\} \right| k_e \quad (6.2.2-1)$$

$$U_{pb} = K_p \frac{U_N}{\sqrt{3}} \quad (6.2.2-2)$$

$$\psi = \frac{(1 - e^{-\alpha_T l_T})(e^{-\alpha_T l_{TA}} + e^{-\alpha_T l_{TB}})}{2\alpha_T l_T} \quad (6.2.2-3)$$

$$l = \frac{\text{th}[\alpha_A(l_{TA} + 0.5l_T)] + \text{th}[\alpha_A(l_{TB} + 0.5l_T)]}{\alpha_A} \quad (6.2.2-4)$$

式中：

- $U_{pb}$  ——输电线路电压平衡分量的等值干扰电压，V；
- $K_p$  ——输电线路电压平衡分量等效干扰电压系数，在缺乏实测数据时，可按表 6.2.2-1 取值；
- $g_e$  ——输电线路结构系数，可按表 6.2.2-2 取值；
- $\eta$  ——电信线路敏感系数，在缺乏实测数据时，可按表 6.2.2-3 取值；
- $n'_e(a)$  ——平行接近段耦合系数，可按表 6.2.2-4 计算；
- $l_T$  ——电信线路接近段长度，km；
- $[n'_e(a)]^{a_B}_{a_A}$  ——交叉段耦合系数，可按表 6.2.2-5 计算；
- $\psi$  ——计入电信线路计算全长传播效应的衰减系数；
- $l$  ——计入电信线路传播效应后的电信线路等效总长度，km；
- $k_e$  ——静电屏蔽系数；
- $\alpha_T$  ——双线电信线传播衰耗常数（1/km），无工程具体资料时，可按表 6.2.2-6 计算；
- $l_{TA}$  ——电信线路左侧延长段长度，km；
- $l_{TB}$  ——电信线路右侧延长段长度，km；
- $\alpha_A$  ——单线大地电信线传播衰耗常数（1/km），对相同条件的电信线路可取  $\alpha_A = \frac{2}{3}\alpha_T$ ；
- $a_A、a_B$  ——交叉段两端接近距离，按  $a$  同一基准决定其正、负符号，可见图 5.2.4（b）。

表 6.2.2-1 电压平衡分量等值干扰电压系数

负 荷 性 质	输电线路额定电压 kV	
	$U_N<110$	$U_N\geq 110$
主要供照明及动力负荷	0.01	0.004
主要供整流负荷	0.04	0.02

表 6.2.2-2 输电线路结构系数

电压等级 kV	220 及以下	330	500	750
输电线路 结构系数	1/6.5	1/5	1/4.5	1/4.25

表 6.2.2-3 电信线路敏感系数 ( $f=800\text{Hz}$ )

线路类型	条 件			敏感系数 mV/V
架空明线	铜 线	横 担		3
		弯 钩		5
	铁 线	横 担		4
		弯 钩		6
电 缆	长 途	不加感		0.6
		加感施以对地电容补偿		0.5
		加 感		1
	市 话	HQ 型	6km 及以下	1
			7km 及以上	2
		HYA 型		0.8

表 6.2.2-4 平行接近段耦合系数  $n'_c(a)$  简化式

输电线路导线排列方式	电信线任意排列
水平排列	$\frac{5.6\delta bc}{a^3}$
垂直排列	$\frac{2.8\delta c}{a^2}$

表 6.2.2-4 (续)

输电线路导线排列方式	电信线任意排列
正三角形排列	$\frac{1.8\delta c}{a^2}$
拱形、上字形排列	$\frac{2c}{a^2}\left(-\frac{2\sqrt{3}\delta_0 b}{a}+jh\right)$
<p>注： <math>\delta</math> —输电线路各相导线间的几何均距， m； <math>\delta_0</math> —拱形、上字形排列时，中相与边相导线的水平距离， m； <math>h</math> —拱形、上字形排列时，中相与边相导线的垂直距离， m； <math>a</math> —输电线路与电信线路间的接近距离， m，当假设电信线路在输电线路一侧为正值时，则在另一侧为负值； <math>b</math> —输电线路导线对地平均高度， m； <math>c</math> —电信线导线对地平均高度， m。</p>	

表 6.2.2-5 交叉段耦合系数 $[n_c^I(a)]_{a_A}^{a_B}$  简化式

输电线路导线排列方式	电信线任意排列
水平排列	$-\frac{2.8\delta bc(a_A+a_B)}{(a_Aa_B)^2}$
垂直排列	$\frac{2.8\delta c}{a_Aa_B}$
正三角形排列	$\frac{1.8\delta c}{a_Aa_B}$
拱形、上字形排列	$\frac{2c}{a_Aa_B}\left[-\frac{\sqrt{3}\delta_0 b(a_A+a_B)}{a_Aa_B}+jh\right]$



表 6.2.2-6 双线电信线传播衰减常数 1/km

线路类型	条 件	$\alpha_T$	
		横 担	弯钩 $d=600\text{mm}$
架空明线	4.0mm 线径铁线	0.0167	0.0147
	3.0mm 线径铁线	0.0196	0.0175
	4.0mm 线径铜线	0.0028	0.0021
	3.0mm 线径铜线	0.0042	0.0035
电 缆	0.9mm 芯径星绞	0.067 (0.02)	
	1.2mm 芯径星绞	0.050	
	0.5mm 芯径对绞	0.153	
	0.7mm 芯径对绞	0.096	
注 1: 括号内为长途加感电缆数据。			
注 2: 适用于 $f=800\text{Hz}$ , $T=20^{\circ}\text{C}$ 。			
注 3: $d$ 为弯钩上电信导线间距。			

6.2.3  $e_{bI}$  可按式 (6.2.3-1) 计算

$$e_{bI} = I_{pb} \delta \eta \left| \sum \left\{ \frac{1}{a} \frac{-1380 l_p}{(a^2 \sigma + 800)} \psi + \frac{1.4 l_p}{a_B - a_A} \psi [z_m(x_B) - z_m(x_A)] \right\} \right| k_{800}$$

(6.2.3-1)

$$I_{pb} = A U_N \times 10^{-6}$$

(6.2.3-2)

$$x = \alpha a \text{ 、 } x_A = \alpha a_A \text{ 、 } x_B = \alpha a_B$$

(6.2.3-3)

$$\alpha = \sqrt{\mu_0 \sigma \omega}$$

(6.2.3-4)

式中:

- $I_{pb}$ ——输电线路电流平衡分量等值干扰电流, A;

$\sigma$ ——大地电导率, S/m, 采用 800Hz 的数值;

$z_m(x)$ ——输电线路与电信线路间 800Hz 互感阻抗, 且  $z_m(x) = z_m(-x)$ , 可按表 6.2.3-2 取值, 也可按附录

A 计算;

$k_{800}$ ——800Hz 磁屏蔽系数。在缺乏实测数据时, 可按表 6.2.3-3~表 6.2.3-6 取值或从图 6.2.3-1、图 6.2.3-2 查取;

$A$ ——输电线路电流平衡分量等值干扰电流系数, 在缺乏实测数据时, 可按表 6.2.3-1 取值;

$\mu_0$ ——真空磁导率, H/m,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  ;

$\omega$ ——角频率, rad/s,  $\omega = 2\pi f$  ,  $f=800\text{Hz}$ 。

表 6.2.3-1 电流平衡分量等值干扰电流系数

负 荷 性 质	输电线路额定电压	
	kV	
	$U_N<110$	$U_N\geq 110$
主要供照明及动力负荷	4	2
主要供整流负荷	10	5

表 6.2.3-2  $z_m(x)$ 和  $z_{mr}(x)$ 函数表 ( $f=800\text{Hz}$ )       $\Omega/\text{km}$

$x$	$z_m(x) =  \omega M_0(x) $	$z_{mr}(x) = \int_0^x z_m(x)dx$
0	$\infty$	0
0.001	7.565	0.0086
0.01	5.280	0.0627
0.05	3.696	0.2340
0.1	3.022	0.4000
0.2	2.359	0.6651
0.3	1.979	0.8807
0.4	1.715	1.0647

表 6.2.3-2 (续)

$x$	$z_m(x) =  \omega M_0(x) $	$z_{mr}(x) = \int_0^x z_m(x) dx$
0.5	1.515	1.2258
0.6	1.355	1.3691
0.7	1.224	1.4979
0.8	1.112	1.6145
0.9	1.016	1.7208
1.0	0.933	1.8181
1.2	0.793	1.990
1.4	0.682	2.137
1.6	0.591	2.264
1.8	0.515	2.375
2.0	0.451	2.471
2.2	0.396	2.555
2.4	0.350	2.630
2.6	0.309	2.696
2.8	0.275	2.754
3.0	0.244	2.806
3.2	0.218	2.852
3.4	0.195	2.893
3.6	0.175	2.930
3.8	0.157	2.963
4.0	0.141	2.993
4.2	0.127	3.020
4.4	0.115	3.044
4.6	0.105	3.066

表 6.2.3-2 (续)

$x$	$z_m(x) =  \omega M_0(x) $	$z_{mr}(x) = \int_0^x z_m(x) dx$
4.8	0.095	3.086
5.0	0.087	3.104
5.5	0.070	3.143
6.0	0.057	3.175
6.5	0.048	3.201
7.0	0.041	3.223
7.5	0.035	3.242
8.0	0.031	3.259
8.5	0.027	3.273
9.0	0.024	3.286
9.5	0.022	3.298
10.0	0.020	3.308
注 1: $z_{mr}(x)$ 为输电线路与电信线路的交叉段在 800Hz 时互感阻抗, 且 $z_{mr}(-x) = -z_{mr}(x)$ , $z_{mr}(x)$ 也可按附录 A 计算。		
注 2: $M_0(x)$ 含义见附录 A。		

表 6.2.3-3 常用铅护套长途电信电缆的磁屏蔽系数 (f=800Hz)

电 缆 规 格		屏蔽系数
对称电缆	HEQ2 1×4×1.2	0.14
	HEQ2 4×4×1.2	0.12
	HEQ2 7×4×1.2	0.09
小同轴电缆	HOYQZ 4×1.2/4.4	0.15
	HOYQZ15 4×1.2/4.4	0.075

表 6.2.3-3 (续)

电 缆 规 格		屏蔽系数
中同轴电缆	HOYDQZ12 4×2.6/9.5	0.06
	HOYDQZ12 8×2.6/9.5	0.05

表 6.2.3-4 常用铝护套长途电信电缆的磁屏蔽系数 ( $f=800\text{Hz}$ )

电 缆 规 格		屏蔽系数
对称电缆	HEL22 1×4×1.2	0.09
	HEL22 4×4×1.2	0.014
	HEL22 7×4×1.2	0.012
小同轴电缆	HOYPLWZ21 4×1.2/4.4	0.025
	HOYPLZ22 4×1.2/4.4	0.01
中同轴电缆	HOYDLWZ21 4×2.6/9.5	0.015

表 6.2.3-5 常用市话电缆的磁屏蔽系数 ( $f=800\text{Hz}$ )

电 缆 规 格	屏蔽系数
HQ 300×2×0.5	0.15
HYA 50×2×0.5	0.4
HYA 100×2×0.5	0.3
HYA 200×2×0.5	0.27
HYA 400×2×0.5	0.15
HYA 600×2×0.4	0.19
HYA 800×2×0.4	0.13

表 6.2.3-6 输电线路地线的磁屏蔽系数 ( $f=800\text{Hz}$ )

地 线 规 格	屏 蔽 系 数
钢质地线	0.7~0.8

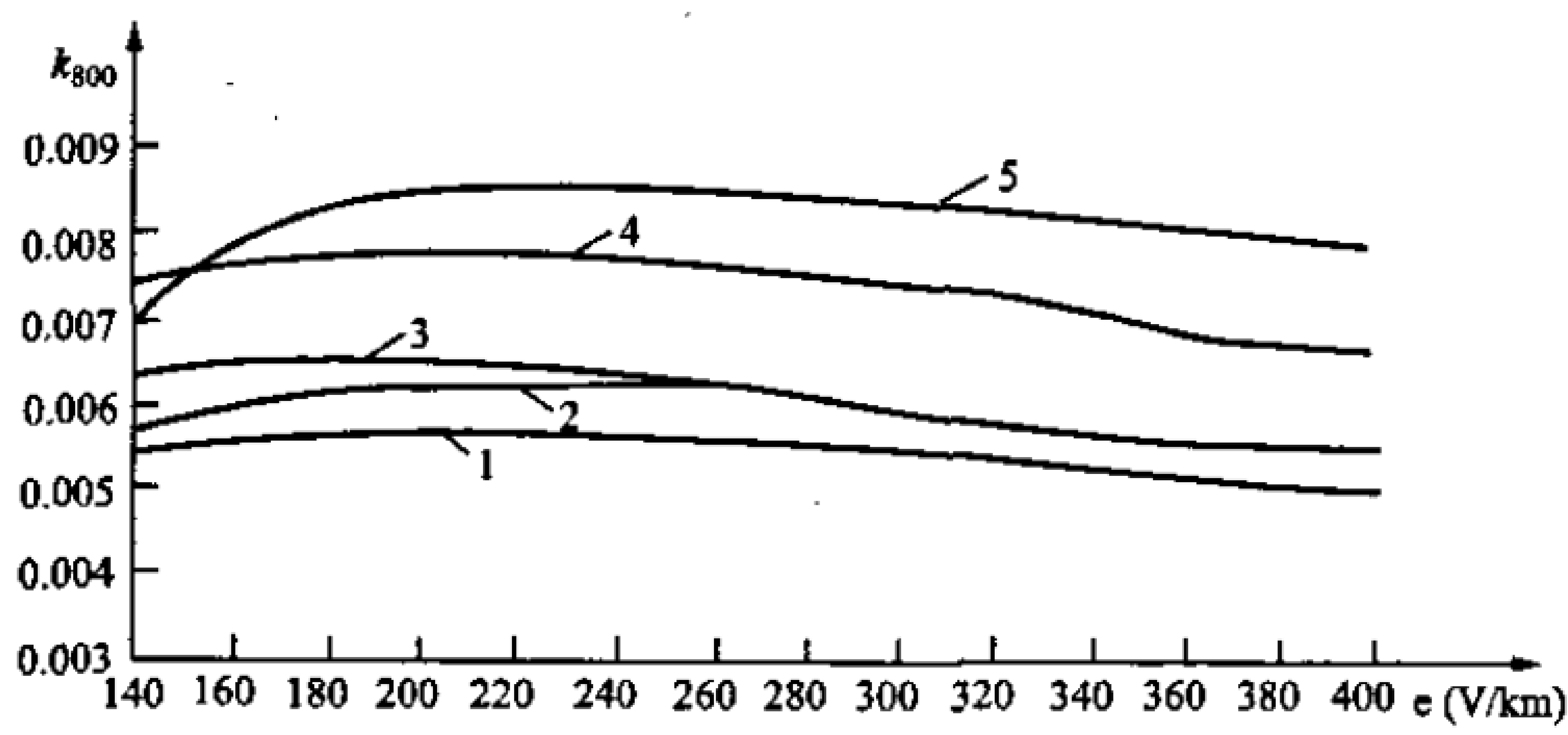


图 6.2.3-1 高屏蔽四管中同轴电缆磁屏蔽系数 ( $f=800\text{Hz}$ )

1—两层 DT4 型钢带；2—两层 DT4 型镀锌钢带；3—内层 DT4 型钢带，外层镀锌钢带；4—内层镀锌钢带，外层 DT4 型钢带；5—两层镀锌钢带

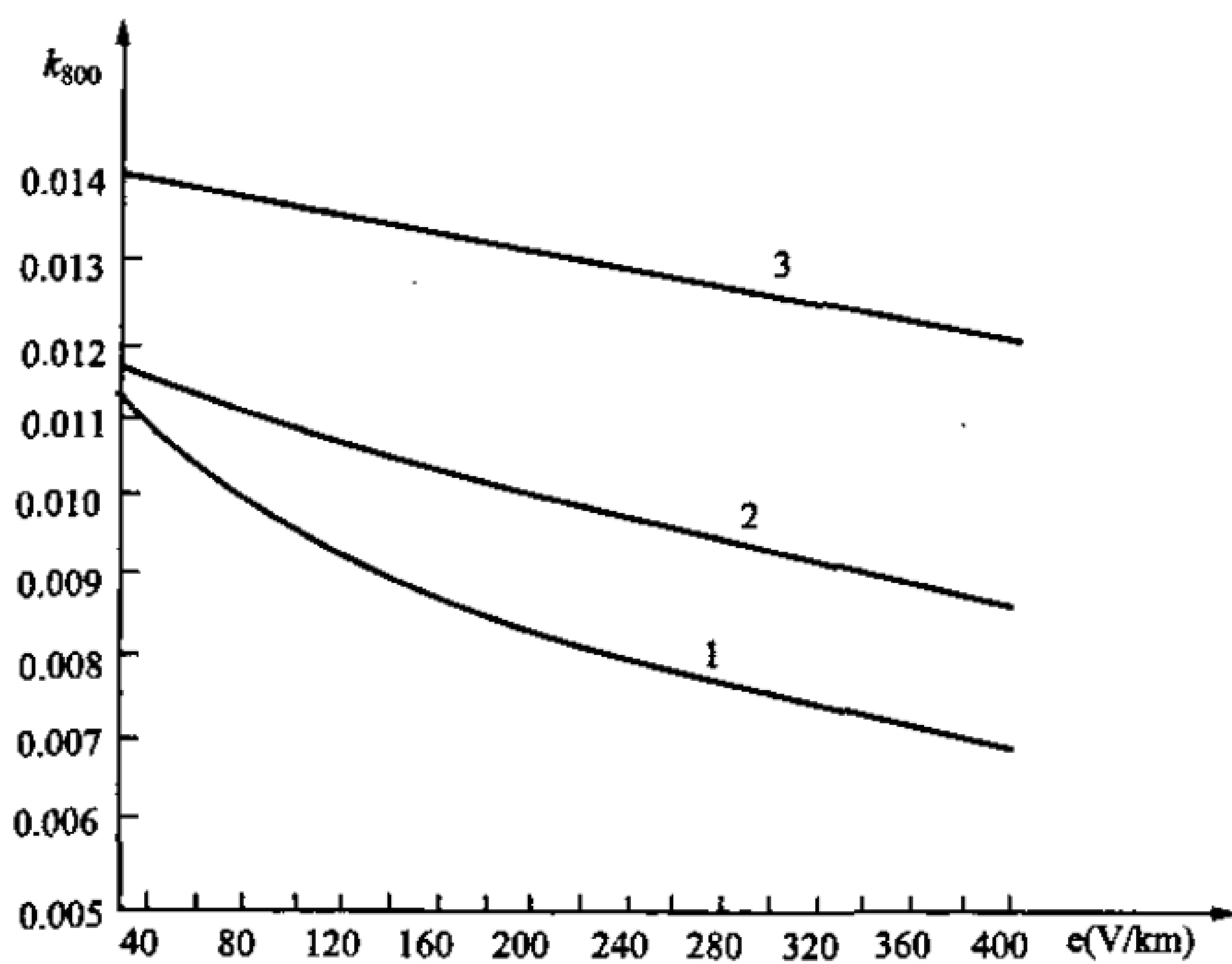


图 6.2.3-2 高屏蔽六管小同轴电缆磁屏蔽系数 ( $f=800\text{Hz}$ )

1—铝厚 1.4mm，两层 DT4 型钢带；2—铝厚 2.0mm，两层镀锌钢带；  
3—铝厚 1.4mm，两层镀锌钢带

6.2.4  $e_{ri}$ 可按式 (6.2.4) 计算

$$e_{ri} = I_{pr} \eta \left\{ \sum \left\{ z_m(x) l_p \psi + \frac{l_p \psi}{(x_B - x_A)} [z_{mr}(x_B) - z_{mr}(x_A)] \right\} \right\} k_{800} \tag{6.2.4}$$

式中:

$I_{pr}$ ——输电线路电流剩余分量的等值干扰电流, A, 无实测数据时, 可按表 6.2.4 取值;

$z_{mr}(x)$ ——输电线路与电信线路间 800Hz 互感阻抗, 可按照表 6.2.3-2 取值, 也可按附录 A 计算。

表 6.2.4 输电线路电流剩余分量等效干扰电流 A

负 荷 性 质	输电线路额定电压 kV		
	110~220	330	500~750
一般负荷	0.07~0.1	0.18	0.2
主要供整流负荷	0.25~0.3	0.4	1.0

6.2.5 中性点不直接接地系统的输电线路单相接地短路故障时, 在双线电话回路中感应的噪声计电动势  $e$  (即  $e_{rv}$ ) 可按式 (6.2.5-1) 计算

$$e = e_{rv} = U_{pr} g_r \eta \left| \sum \left[ \frac{\frac{2bc}{a^2} l_T \psi}{l} + \frac{\frac{6.3c}{a_B - a_A} l_T \psi}{l} \right] \right| \tag{6.2.5-1}$$

$$U_{pr} = K_r \frac{U_N}{\sqrt{3}} \tag{6.2.5-2}$$

式中:

$g_r$ ——输电线路结构系数, 可取  $g_r = \frac{3}{11}$ ;

$U_{pr}$ ——输电线路电压剩余分量等值干扰电压, V;

$K_r$ ——输电线路电压剩余分量等值干扰电压系数，无实测数据时，可取  $K_r=0.02$ 。

6.3 线—地电报回路计算

6.3.1 中性点直接接地系统的输电线路在正常运行情况下，在线—地电报回路中感应的流过电报机的干扰电流可按式 (6.3.1) 计算

$$I = \sqrt{I_{bV}^2 + I_{bI}^2 + I_{rI}^2} \tag{6.3.1}$$

式中：

$I$ ——流过电报机总干扰电流分量，mA；

$I_{bV}$ ——输电线路电压平衡分量感应引起的流过电报机干扰电流分量，mA；

$I_{bI}$ ——输电线路电流平衡分量感应引起的流过电报机干扰电流分量，mA；

$I_{rI}$ ——输电线路电流剩余分量感应引起的流过电报机干扰电流分量，mA。

6.3.2  $I_{bV}$  可按式 (6.3.2) 计算

$$I_{bV} = \frac{P_1}{m+n} U_N \left| \sum \left\{ n_e^I(a) L_T + \left[ n_e^I(a) \right]_{a_A}^{a_B} L_T \right\} \right| \times 10^{-4} \tag{6.3.2}$$

式中：

$P_1$ ——计算系数，可按表 6.3.2 取值；

$m$ ——电信线路导线接地根数（不包括计算回路）；

$n$ ——计算系数，可按表 6.3.2 取值。

$n_e^I(a), \left[ n_e^I(a) \right]_{a_A}^{a_B}$  可按表 6.2.2-4 和表 6.2.2-5 计算。

表 6.3.2 计算系数

计算参数符号	$n$	$P_1$	$P_2$
单线电报	3	2.5	4.5
单幻电报	4	5	9



6.3.3  $I_{bl}$ 可按式(6.3.3)计算

$$I_{bl} = \frac{I_t \delta I_N}{U_t} \left| \sum \left\{ \frac{1}{a} \frac{-1380 l_p}{(a^2 \sigma + 12800)} + \frac{1.4 l_p}{a_B - a_A} [z_m(x_B) - z_m(x_A)] \right\} \right| k_{mt} \quad (6.3.3)$$

式中:

$I_t$ ——线—地电报回路的电报机工作电流, mA, 一般采用 40mA;

$I_N$ ——输电线路正常运行情况下的负荷电流(可取额定电流), A;

$U_t$ ——线—地电报回路工作电压, V, 按实际运行条件选取, 可采用 60V 或 120V;

$k_{mt}$ ——50Hz 磁屏蔽系数, 可按附录 C 计算;

$\sigma$ ——大地电导率, S/m, 采用 50Hz 的数值;

$z_m(x)$ ——互感阻抗模值,  $\Omega/\text{km}$ , 可按附录 A 计算。

6.3.4  $I_{rl}$ 可按式(6.3.4)计算

$$I_{rl} = \frac{I_t I_0}{U_t} \left\{ \sum \left\{ z_m(x) l_p + \frac{l_p}{x_B - x_A} [z_{mr}(x_B) - z_{mr}(x_A)] \right\} \right\} k_{mt} \quad (6.3.4)$$

式中:

$I_0$ ——工频电流剩余分量, A, 在缺乏实测数值时, 对主要供照明及动力负荷者可采用额定电流的 0.5%, 主要供整流负荷者可采用额定电流的 1%;

$z_m(x)$ 、 $z_{mr}(x)$ ——含义同前, 可按附录 A 计算。

6.3.5 中性点不直接接地系统输电线路单相接地故障情况下, 由剩余分量电压感应在线—地电报回路内流过电报机干扰电流  $I$  可按式(6.3.5)计算

$$I = \frac{P_2}{m+n} U_N \left| \left\{ \sum \left( \frac{2bc}{a^2} l_T + \frac{6.3c}{a_B - a_A} l_T \right) \right\} \right| \times 10^{-4} \quad (6.3.5)$$

式中:

$P_2$ ——计算系数, 可按表 6.3.2 取值。

## 7 防 护 措 施

### 7.1 危险影响防护措施

7.1.1 当输电线路对电信线路产生的危险影响电压超过允许值时,应根据具体情况,通过技术经济比较和协商,采取必要的防护措施,以保证人身和电信设备安全。可选用的防护措施如下:

1 输电线路方面。

- 1) 与电信线路保持合理的间距和交叉角;
- 2) 采用良导体地线;
- 3) 增设屏蔽线;
- 4) 限制单相接地短路电流,如尽可能减少变压器中性点接地总数等;
- 5) 缩短接地故障时间;
- 6) 降低杆塔接地装置的接地电阻;
- 7) 杆塔接地装置远离埋地电缆、埋地光缆方向敷设。

2 电信线路方面。

- 1) 在明线上加装放电器等保安设备;
- 2) 配备携带保安器;
- 3) 增设屏蔽线;
- 4) 改迁电信线路路径;
- 5) 改明线为电缆或光缆;
- 6) 采用屏蔽电缆或高屏蔽电缆以及提高电缆屏蔽效应的措施;
- 7) 电缆上加装电缆保安器;
- 8) 架空电缆、架空光缆吊线间隔一定距离接地;
- 9) 光缆线路接头处,金属构件不作电气连通,缩短光缆线路

金属构件长度；

- 10) 输电线路杆塔接地装置附近，电缆、光缆金属构件避免接地；
- 11) 在输电线路接地装置与埋地电缆、埋地光缆间增设消弧线；
- 12) 在接近输电线路地段进行施工或检修时，电缆、光缆的金属构件应临时接地；
- 13) 采用无金属光缆；
- 14) 采用无线中继线路。

7.1.2 在架空电信明线上安装放电器的总数：对于载波回路，每增音段内的电信线路不应超过 15 处；对于音频回路不应超过 25 处。放电器安装允许处数是按维护情况考虑的。在特殊情况下，根据有关部门的协议，可装置更多的放电器。放电器对地电压及其接地电阻可按附录 D 计算。

7.1.3 对绝缘强度高又不带避雷器的市话电缆，宜在分线箱（盒）处加装放电器。

7.1.4 有线广播馈电线经验算产生危险影响时，应在广播馈电线两终端更换或加装陶瓷放电管，并可考虑配备维护携带保安器或接地棒。

7.1.5 有线广播线路使用的放电器的放电电压应高于广播电压的峰值，但不应超过对地电压允许值。

## 7.2 干扰影响防护措施

当输电线路对电信线路感应产生的噪声计电动势或干扰电流超过干扰影响允许值时，应根据具体情况，通过技术经济比较和协商，采取必要的防护措施，以避免影响电信回路的正常工作。可选用的防护措施如下。

### 7.2.1 输电线路方面。

- 1 与电信线路保持合理的间距和交叉角；

- 2 采用良导体地线;
- 3 增设屏蔽线。

7.2.2 电信线路方面。

- 1 改明线为电缆或光缆;
- 2 改迁电信线路路径;
- 3 改有线通信为无线通信;
- 4 增设屏蔽线;
- 5 线一地电报改载波电报。

附 录 A  
(规范性附录)  
无限长接近线路互感阻抗计算

A.1 平行接近的互感系数多项式计算

令  $\alpha = \sqrt{\mu_0 \omega \sigma}$  ,  $x = \alpha a$  , 则:

当  $x \leq 6$  时

$$\begin{aligned} \operatorname{Re} M_0(x) = & 123.36 - 1.69x + 23.937x^2 - 4.9614x^3 + 0.44212x^4 \\ & - 0.01526x^5 + 0.001215e^x - 200\ln x \end{aligned} \quad (\text{A.1})$$

$$\begin{aligned} \operatorname{Im} M_0(x) = & -339 + 193.67x - 49.77x^2 + 6.979x^3 - 0.5243x^4 \\ & + 0.01672x^5 + 180.42e^{-x} - 0.00146e^x - 0.274\ln x \end{aligned} \quad (\text{A.2})$$

$$|M_0(x)| = 142.5 + 45.96x - 1.413x^2 - 198.4\ln x \quad (\text{A.3})$$

当  $x > 6$  时

$$\operatorname{Re} M_0(x) = -23.21e^{-0.7x} \quad (\text{A.4})$$

$$\operatorname{Im} M_0(x) = -400x^{-2} \quad (\text{A.5})$$

$$|M_0(x)| = 400x^{-2} \quad (\text{A.6})$$

其中  $\omega = 2\pi f$

式中:

$\alpha$  ——计算系数, 1/m;

$\mu_0$  ——真空磁导率, H/m,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ ;

$\omega$  ——影响电流的角频率, rad/s;

$f$  ——影响电流的频率, Hz, 计算感性耦合危险影响纵电  
动势和线—地电报回路干扰电流时取 50Hz, 计算电话

回路干扰影响噪声计电动势时取 800Hz;

$\sigma$  ——大地电导率, S/m, 计算感性耦合危险影响纵电动势和线—地电报回路干扰电流时为 50Hz 的大地电导率, 计算电话回路干扰影响噪声计电动势时为 800Hz 的大地电导率;

$x$  ——计算参数 (无量纲);

$\text{Re}M_0(x)$  ——复数实部 (Real Part),  $\mu\text{H}/\text{km}$ ;

$\text{Im}M_0(x)$  ——复数虚部 (Imaginary Part),  $\mu\text{H}/\text{km}$ ;

$|M_0(x)|$  ——互感系数模值,  $\mu\text{H}/\text{km}$ 。

## A.2 斜接近或交叉的互感系数多项式计算

A.2.1 按复数计算。令  $\alpha = \sqrt{\mu_0 \omega \sigma}$ ,  $x_A = \alpha a_A$ ,  $x_B = \alpha a_B$ , 则

$$[M_0(x)]_{x_A}^{x_B} = \frac{T(x_B) \mp T(x_A)}{x_B \mp x_A} \quad (\text{A.7})$$

$$T(x) = \int_0^x M_0(x) dx \quad (\text{A.8})$$

当电信线路在输电线路一侧斜接近时, 使用“-”号; 当电信线路与输电线路交叉时, 使用“+”号, 分别用  $T(x)$  的实部和虚部按式 (A.7) 计算  $M_0(x)$  的实部和虚部。

当电信线路在输电线路一侧且斜接近的角度很小, 即

$\alpha a_A \approx \alpha a_B$  时, 式 (A.7) 的数值不定, 此时可按  $\alpha a = \frac{\alpha a_A + \alpha a_B}{2}$ ,

并按平行接近计算互感系数。

$T(x)$  的多项式计算公式。当  $x \leq 6$  时

$$\begin{aligned} \text{Re}T(x) = & 323.36x - 0.845x^2 + 7.979x^3 - 1.2404x^4 + 0.0884x^5 \\ & - 0.00254x^6 + 0.001215e^x - 200X \ln x \end{aligned} \quad (\text{A.9})$$

$$\begin{aligned} \text{Im}T(x) = & 180.42 - 338.73x + 96.84x^2 - 16.59x^3 + 1.745x^4 \\ & - 0.105x^5 + 0.00279x^6 - 180.42e^{-x} - 0.00146e^x \\ & - 0.274x \ln x \end{aligned} \quad (\text{A.10})$$

当  $x > 6$  时

$$\operatorname{Re} T(x) = 444.218 + 33.157e^{-0.7x} \quad (\text{A.11})$$

$$\operatorname{Im} T(x) = -444.29 + 400x^{-1} \quad (\text{A.12})$$

式中:

$\operatorname{Re} T(x)$ ——复数实部 (Real Part),  $\mu\text{H}/\text{km}$ ;

$\operatorname{Im} T(x)$ ——复数虚部 (Imaginary Part),  $\mu\text{H}/\text{km}$ 。

### A.2.2 按模值计算

令  $\alpha = \sqrt{\mu_0 \omega \sigma}$ ,  $x_A = \alpha a_A$ ,  $x_B = \alpha a_B$ , 则

$$[M_0(x)]_{x_A}^{x_B} = \frac{S(x_B) \mp S(x_A)}{x_B \mp x_A} \quad (\text{A.13})$$

$$S(x) = \int_0^x |M_0(x)| dx \quad (\text{A.14})$$

当电信线路在输电线路一侧斜接近时, 使用“-”号; 当电信线路与输电线路交叉时, 使用“+”号。

$S(x)$  的多项式计算公式。当  $x \leq 6$  时

$$S(x) = 340.9x + 22.98x^2 - 0.471x^3 - 198.4x \ln x \quad (\text{A.15})$$

当  $x > 6$  时

$$S(x) = 701.69 - 400x^{-1} \quad (\text{A.16})$$

### A.3 $z_m(x)$ 模值计算

$$z_m(x) = \omega M_0(x) \quad (\text{A.17})$$

式中:

$z_m(x)$ ——互感阻抗模值,  $\Omega/\text{km}$ ;

$M_0(x)$ ——互感系数模值,  $\mu\text{H}/\text{km}$ 。

### A.4 $z_{mr}(x)$ 模值计算

$$z_{mr}(x) = \omega [M_0(x)]_{x_A}^{x_B} \quad (\text{A.18})$$

附 录 B  
(规范性附录)

有限长平行接近线路互感系数计算

1963 年版国际电报电话咨询委员会导则——《防止电信线路遭受电力线路或电气化铁道线路危险影响的防护》(简称《CCITT 导则》)提出了如图 B.1 所示的两有限长平行接近线路间互感系数的计算公式

$$M_{AB,CD} = M(\alpha a) + \frac{1}{\alpha l_p} [F(\alpha l_{AD}, \alpha a) + F(\alpha l_{BC}, \alpha a) - F(\alpha l_{AC}, \alpha a) - F(\alpha l_{BD}, \alpha a)] \tag{B.1}$$

式中:

$M(\alpha a)$ ——无限长接近段互感系数,  $\mu\text{H}/\text{km}$ ;

$F(\alpha l, \alpha a)$ ——校正系数,  $\mu\text{H}/\text{km}$ , 可查表 B.1;

$l_{AC}$ 、 $l_{AD}$ 、 $l_{BC}$ 、 $l_{BD}$ ——图 B.1 所示的长度,  $\text{km}$ ;

$l_p$ ——接近段长度,  $\text{km}$ ;

$\alpha$  分别与  $a$  或  $l$  单位一致。

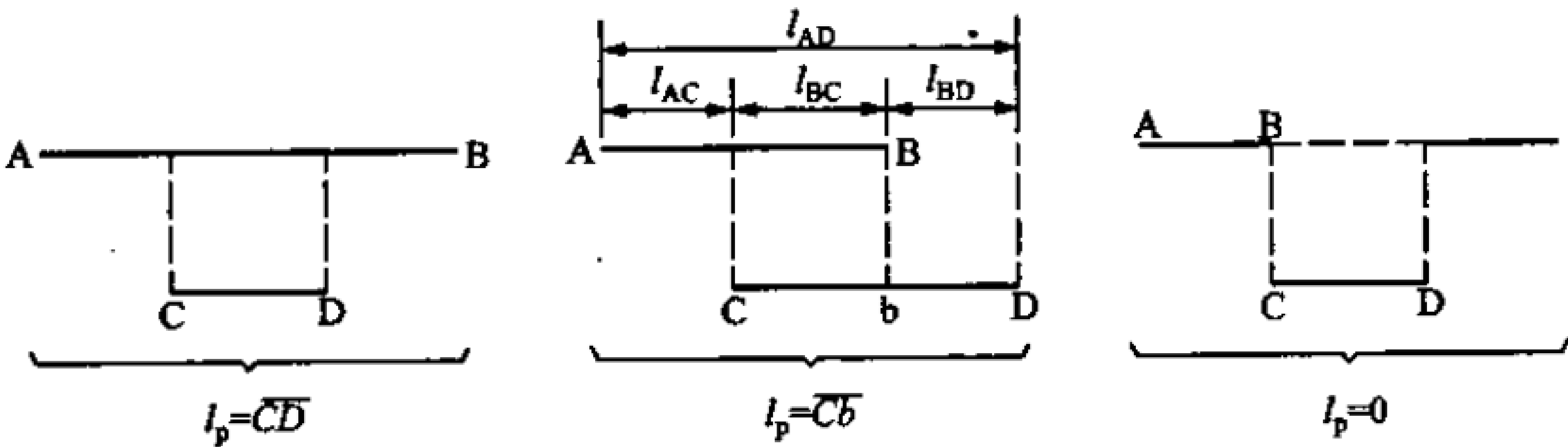


图 B.1 两有限长平行接近线路相对位置示意图



表 B.1 校正

$\alpha$ $\alpha$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
0.001	141-j141	109-j134	90-j127	76-j120	64-j114	47-j102	35-j92	26-j83	19-j75
0.01	140-j141	109-j134	90-j127	76-j120	64-j114	47-j102	35-j92	26-j83	19-j75
0.1	131-j141	107-j134	89-j127	75-j120	63-j114	46-j102	35-j92	26-j83	19-j75
0.2	122-j140	102-j133	86-j126	73-j119	62-j113	46-j101	34-j91	25-j82	19-j74
0.4	105-j137	90-j130	78-j123	67-j117	58-j111	44-j100	32-j90	24-j81	18-j74
0.6	90-j134	79-j128	69-j121	60-j115	52-j109	40-j98	30-j88	23-j80	17-j73
1.0	64-j125	57-j119	51-j113	45-j108	40-j103	31-j93	24-j84	19-j77	14-j70
1.5	40-j111	36-j106	33-j101	29-j96	26-j93	21-j84	17-j76	13-j70	10-j64
2	24-j96	22-j92	20-j88	18-j84	16-j81	13-j75	11-j69	8-j63	6-j59
2.5	13-j83	12-j80	11-j77	10-j74	9-j71	7-j66	5-j61	5-j57	4-j53
3	7-j71	6-j68	5-j66	5-j64	4-j62	4-j58	3-j54	2-j51	1-j48
3.5	3-j62	3-j60	2-j58	2-j56	2-j54	1-j51	1-j48	1-j45	0-j43
4	1-j53	1-j50	0-j50	0-j48	0-j47	0-j45	0-j43	0-j40	0-j38
5	0-j41	0-j40	-j39	-j38	-j38	-j36	-j35	-j33	-j32
6	-j34	-j33	-j33	-j32	-j32	-j31	-j30	-j28	-j27
7	-j29	-j28	-j28	-j27	-j27	-j26	-j25	-j24	-j24
8	-j25	-j24	-j24	-j23	-j23	-j23	-j22	-j22	-j21
9	-j22	-j22	-j21	-j21	-j21	-j20	-j20	-j19	-j19
10	-j20	-j20	-j19	-j19	-j19	-j19	-j18	-j18	-j18

系数 $F(\alpha d, \alpha a)$											$\mu\text{H/km}$
1.6	2.0	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10
11-j62	6-j51	3-j41	1-j34	0-j29	-j25	-j20	-j17	-j14	-j12	-j11	-j10
11-j62	6-j51	3-j41	1-j34	-j29	-j25	-j20	-j17	-j14	-j12	-j11	-j10
11-j61	6-j51	3-j41	1-j34	-j29	-j25	-j20	-j17	-j14	-j12	-j11	-j10
10-j61	5-j51	3-j41	1-j34	-j29	-j25	-j20	-j17	-j14	-j12	-j11	-j10
10-j61	5-j51	2-j41	1-j34	-j29	-j25	-j20	-j17	-j14	-j12	-j11	-j10
9-j60	5-j50	2-j41	1-j34	-j29	-j25	-j20	-j17	-j14	-j12	-j11	-j10
8-j58	4-j49	2-j40	1-j34	-j29	-j25	-j20	-j17	-j14	-j12	-j11	-j10
6-j54	3-j46	1-j38	1-j33	-j28	-j24	-j20	-j17	-j14	-j12	-j11	-j10
4-j50	2-j43	1-j36	0-j31	-j27	-j24	-j19	-j16	-j14	-j12	-j11	-j10
2-j46	1-j40	0-j34	-j30	-j26	-j23	-j19	-j16	-j14	-j12	-j11	-j10
1-j42	0-j37	-j32	-j28	-j25	-j22	-j18	-j16	-j14	-j12	-j11	-j10
0-j38	-j34	-j30	-j27	-j24	-j22	-j18	-j15	-j14	-j12	-j11	-j10
-j35	-j31	-j28	-j25	-j23	-j21	-j17	-j15	-j14	-j12	-j11	-j10
-j29	-j27	-j24	-j22	-j20	-j19	-j16	-j14	-j13	-j12	-j11	-j10
-j25	-j24	-j22	-j20	-j19	-j18	-j15	-j14	-j13	-j11	-j10	-j9
-j22	-j21	-j20	-j19	-j18	-j17	-j15	-j13	-j12	-j11	-j10	-j9
-j20	-j19	-j18	-j17	-j17	-j16	-j14	-j12	-j11	-j10	-j9	-j9
-j18	-j18	-j17	-j16	-j15	-j14	-j13	-j12	-j11	-j10	-j9	-j8
-j17	-j17	-j16	-j15	-j14	-j13	-j12	-j11	-j10	-j10	-j9	-j8

## 附 录 C

### (规范性附录)

### 屏蔽体磁屏蔽系数计算

#### C.1 架空地线和良导体屏蔽线的屏蔽系数

C.1.1 不考虑返回电流作用时,单根架空地线或良导体屏蔽线的屏蔽系数

$$k_i = 1 - \frac{j\omega M_m}{\frac{2R_g}{l_{px}} + R_s + j\omega L_s} \quad (C.1)$$

式中:

$k_i$ ——单根屏蔽线的屏蔽系数;

$M_m$ ——输电线路与屏蔽线间单位长度互感系数, H/km;

$R_g$ ——屏蔽线两端接地电阻,  $\Omega$ ;

$l_{px}$ ——屏蔽线架设长度, km;

$R_s$ ——屏蔽线有效电阻,  $\Omega/\text{km}$ ;

$L_s$ ——屏蔽线单位长度自感系数, H/km。

C.1.2 不考虑返回电流作用时,两根同型号架空地线或良导体屏蔽线的屏蔽系数

$$k_i = 1 - \frac{j\omega M_m}{\frac{2R_g}{l_{px}} + \frac{R_s}{2} + j\omega(L_s + M_{ss})/2} \quad (C.2)$$

式中:

$M_{ss}$ ——屏蔽线间单位长度互感系数, H/km。

C.2 综合屏蔽系数

当输电线路和电信线路两侧都有接地屏蔽体时，综合屏蔽系数为两侧屏蔽系数的乘积。但对于同一侧有多条屏蔽体存在且各屏蔽体间无电气连接，在考虑屏蔽体间的相互影响时，其综合屏蔽系数  $k$  可按式 (C.3) 计算

$$k = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_p} \frac{1}{k_i} - (n_p - 1)} \tag{C.3}$$

式中：  
 $n_p$ ——屏蔽体根数。

C.3 电信电缆金属护套固有屏蔽系数  $k_{si}$

电信电缆金属护套固有屏蔽系数  $k_{si}$  可根据电信电缆结构特性分别从图 C.1~图 C.10 中查取

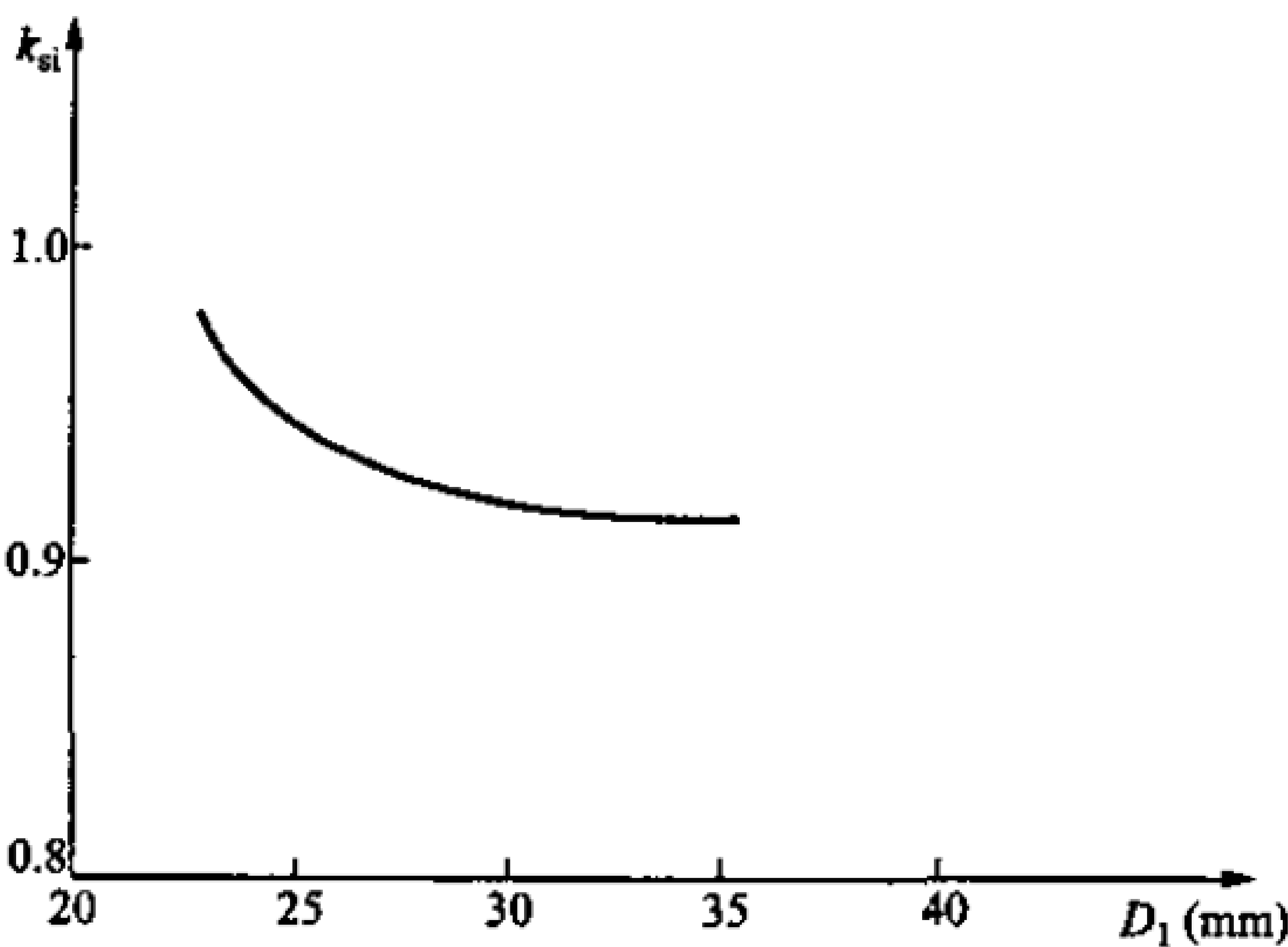


图 C.1 裸铅包电缆固有屏蔽系数曲线 ( $f=50\text{Hz}$ )

注：适用于铅皮厚度为 1.6mm~2.0mm， $D_1$  表示铅皮外径。

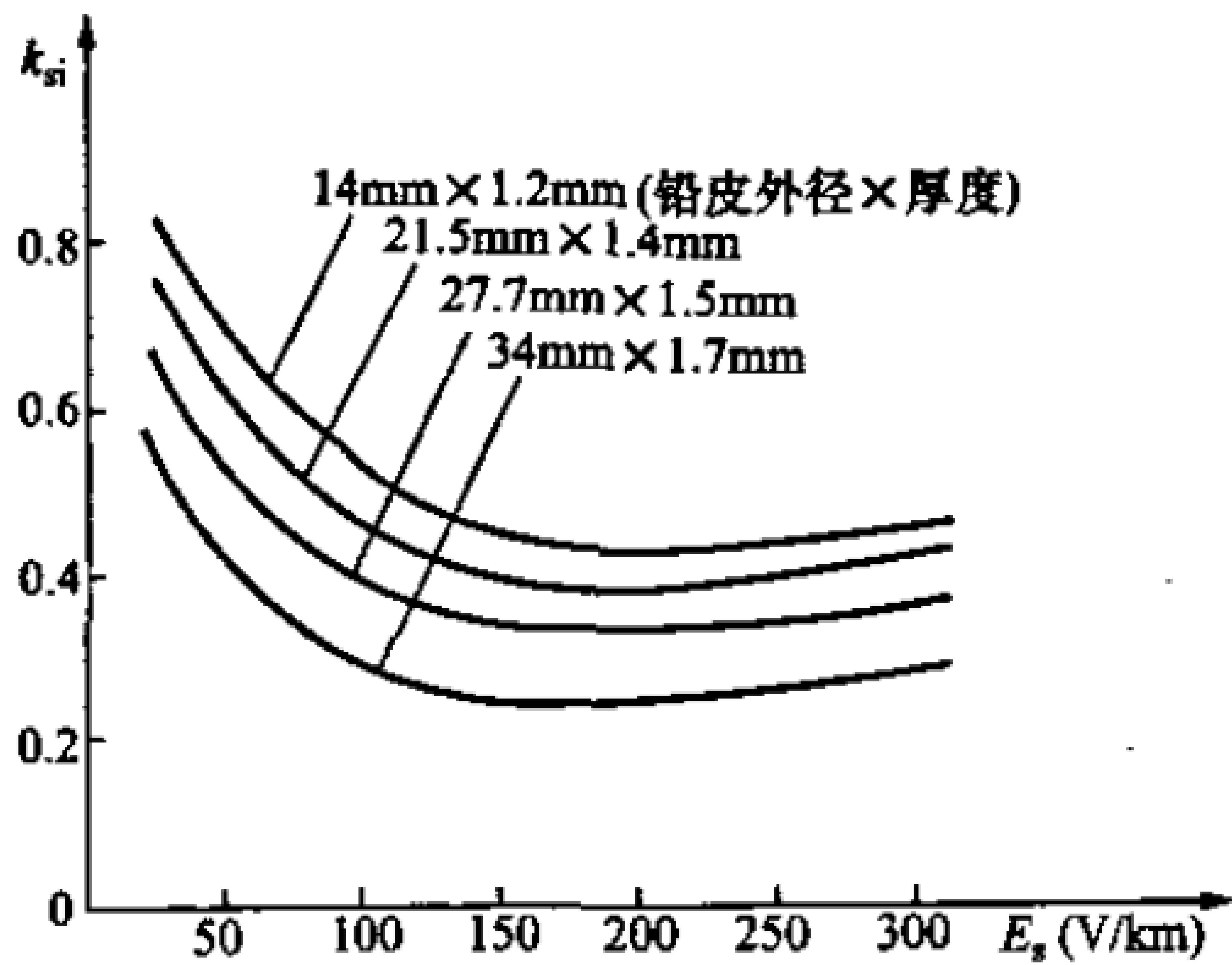


图 C.2 铅包钢带 (2×0.5) 铅装电缆固有屏蔽系数曲线 ( $f=50\text{Hz}$ )

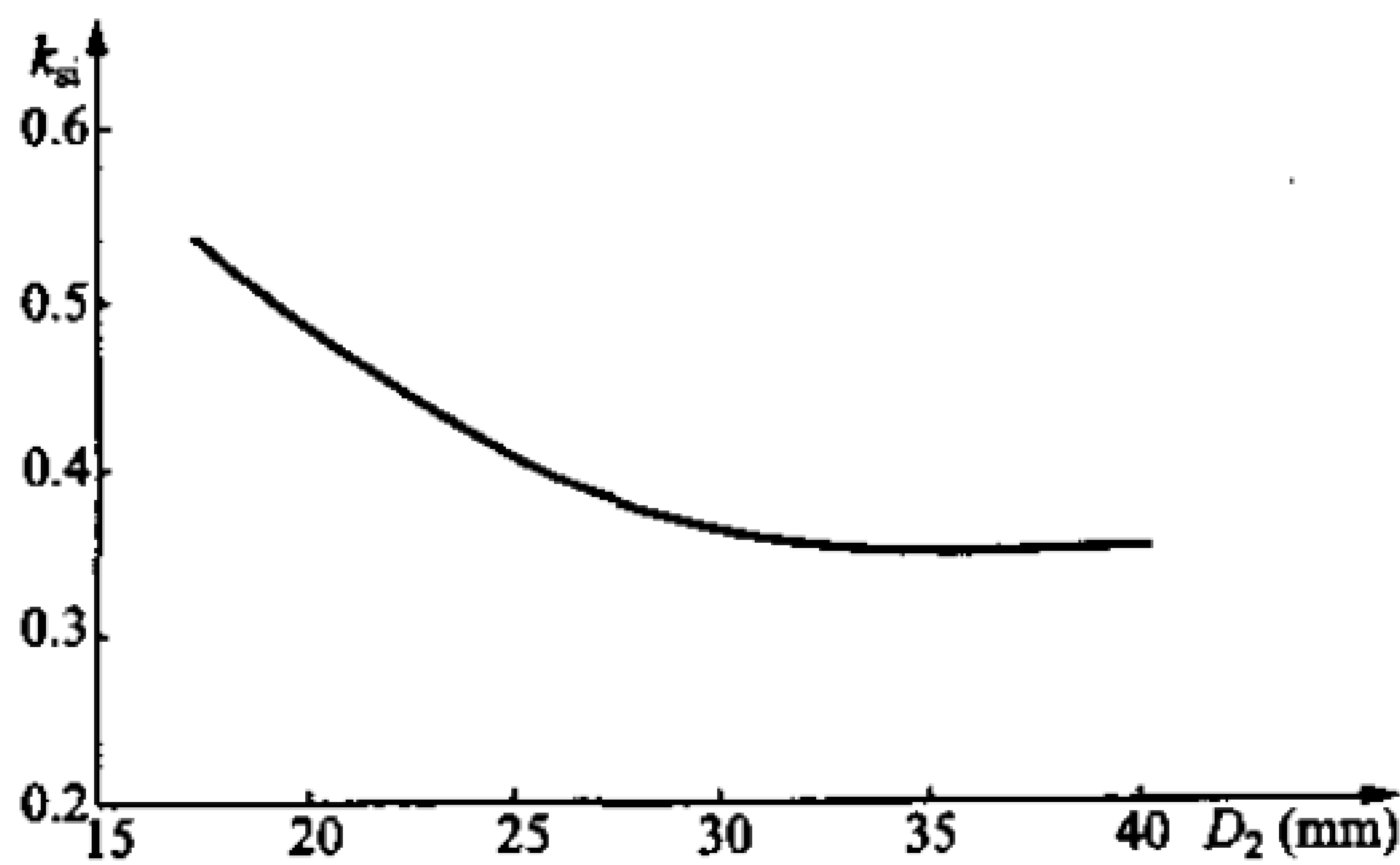


图 C.3 铝包电缆固有屏蔽系数曲线 ( $f=50\text{Hz}$ )

注：适用于铝皮厚度为 1.8mm~2.0mm， $D_2$  表示铝皮外径。

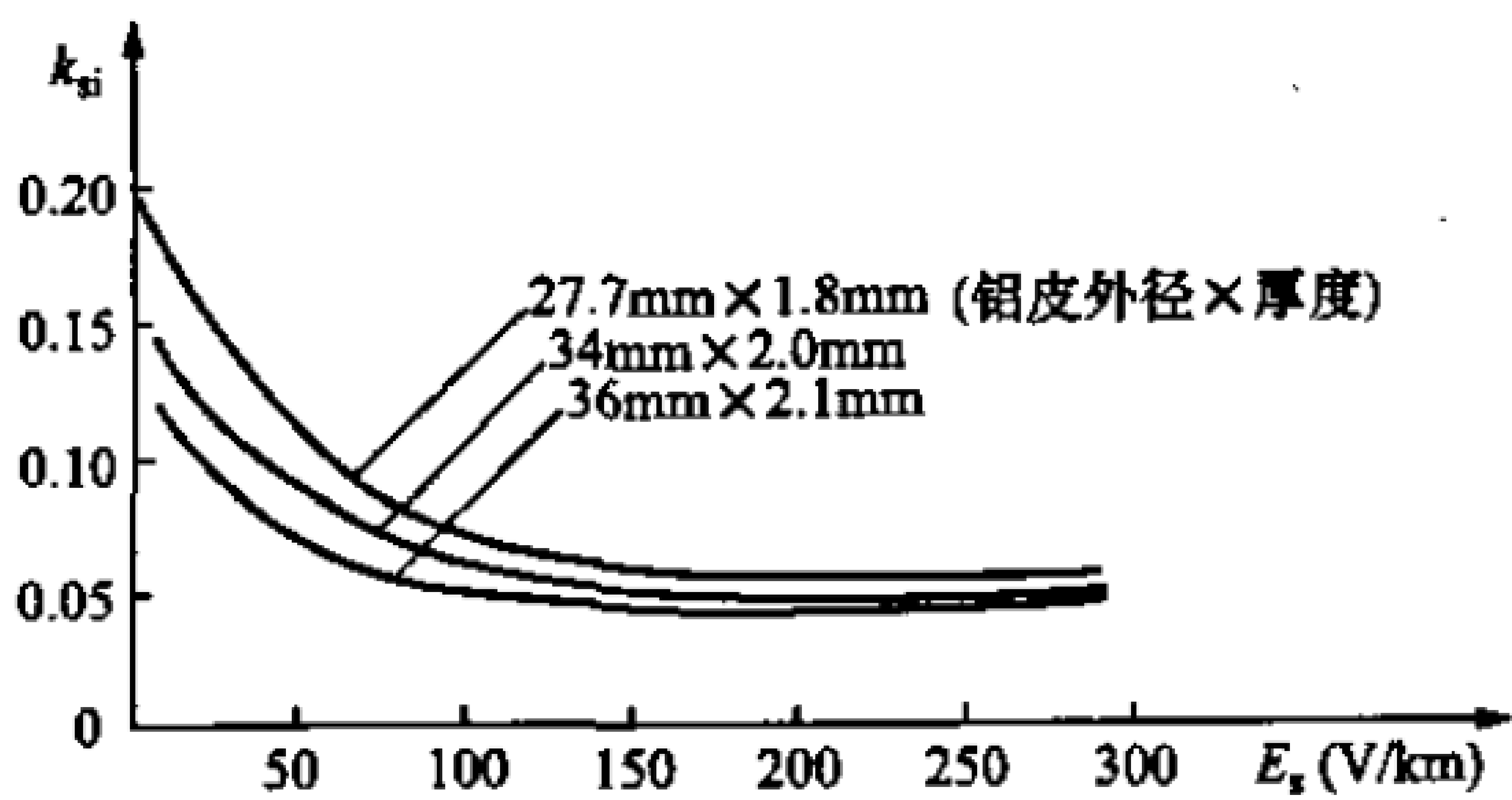


图 C.4 铝包钢带 (2×0.5) 铝装电缆固有屏蔽系数曲线 ( $f=50\text{Hz}$ )

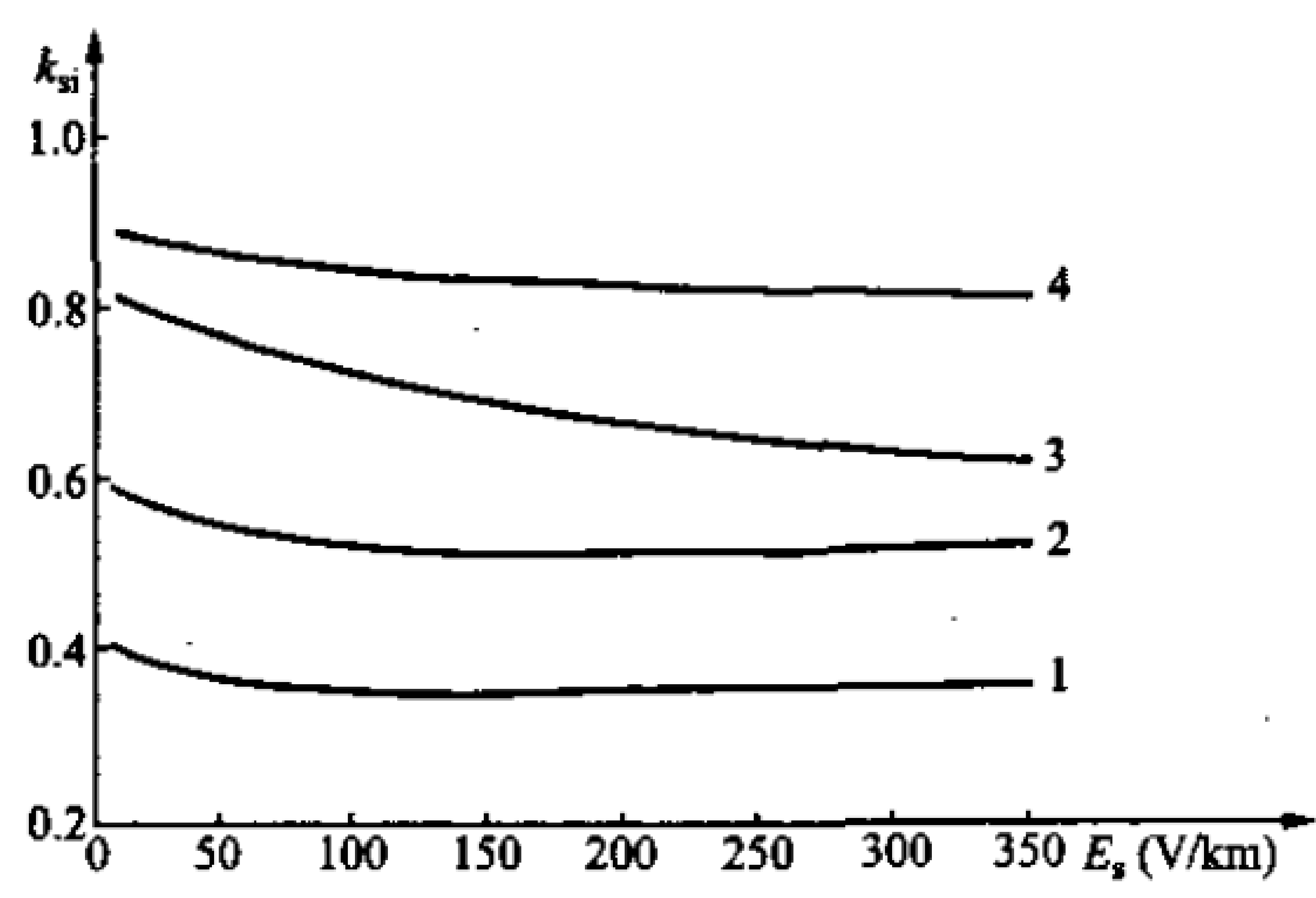


图 C.5 小同轴铅包综合钢丝铠装通信电缆固有屏蔽系数曲线 ( $f=50\text{Hz}$ )

注 1: 电缆型号为 HOQZ15 4×1.2/4.4+3×4×0.9+6×1×0.6, 铅护套厚度 2.3mm, 钢丝铠装  $\phi 4\text{mm}$ 。

注 2: 1—钢丝接铅皮, 同轴对外导体接铅皮时, 测内导体; 2—钢丝接铅皮, 同轴对外导体与铅皮断开时, 测内导体; 3—钢丝与铅皮断开, 同轴对外导体接铅皮时, 测内导体; 4—钢丝与铅皮断开, 同轴对外导体与铅皮断开时, 测内导体。

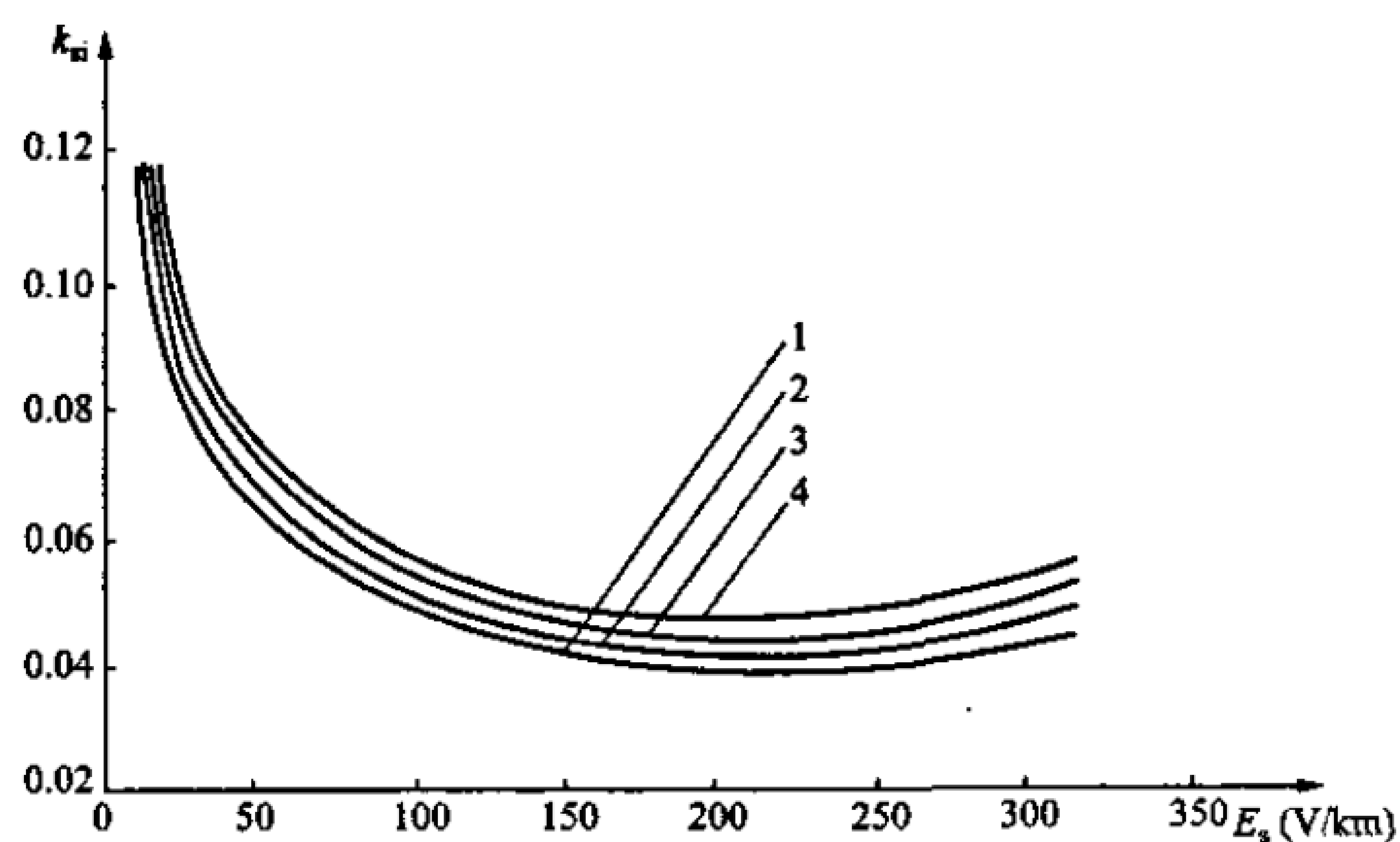


图 C.6 同轴铝包综合钢带铠装通信电缆固有屏蔽系数曲线 ( $f=50\text{Hz}$ )

注 1: 电缆型号为 HOLZ22 4×1.2/4.4+3×4×0.9+6×1×0.6, 铝护套厚度 1.8mm, 钢带铠装。

注 2: 1—钢带接铝皮, 同轴对外导体接铝皮时, 测内导体; 2—钢带接铝皮, 同轴对外导体与铝皮断开时, 测内导体; 3—钢带与铝皮断开, 同轴对外导体接铝皮时, 测内导体; 4—钢带与铝皮断开, 同轴对外导体与铝皮断开时, 测内导体。

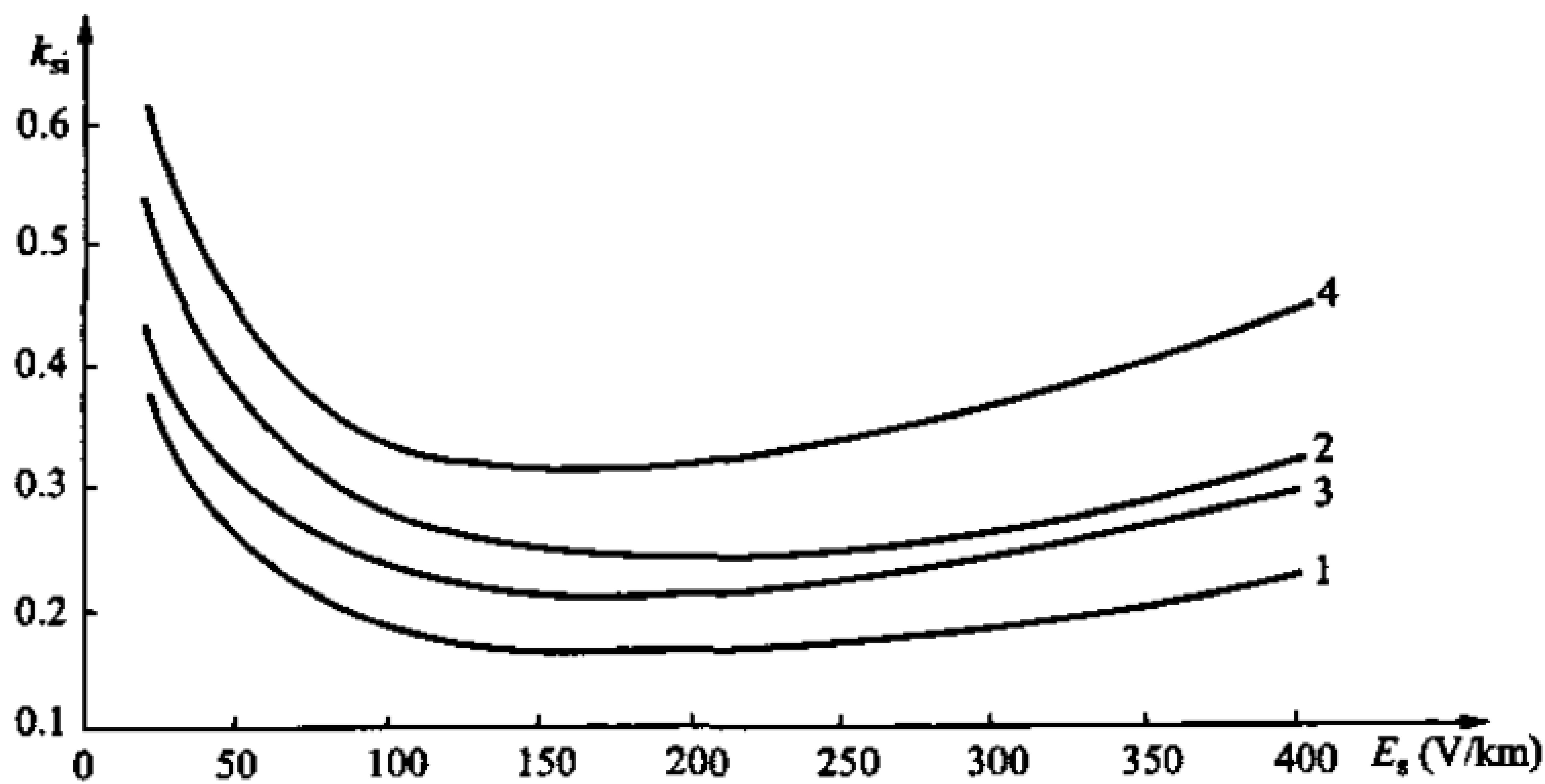


图 C.7 中同轴铅包综合钢带铠装通信电缆固有屏蔽系数曲线 ( $f=50\text{Hz}$ )

- 注 1: 电缆型号为 HOYDQZ12 4×2.6/9.4+4×4×0.9+1×4×0.9+6×1×0.6, 铅包护套厚度 1.8mm, 钢带铠装。
- 注 2: 1—钢带接铅皮, 同轴对外导体接铅皮时, 测内导体; 2—钢带接铅皮, 同轴对外导体与铅皮断开时, 测内导体; 3—钢带与铅皮断开时, 同轴对外导体接铅皮时, 测内导体; 4—钢带与铅皮断开时, 同轴对外导体与铅皮断开时, 测内导体。

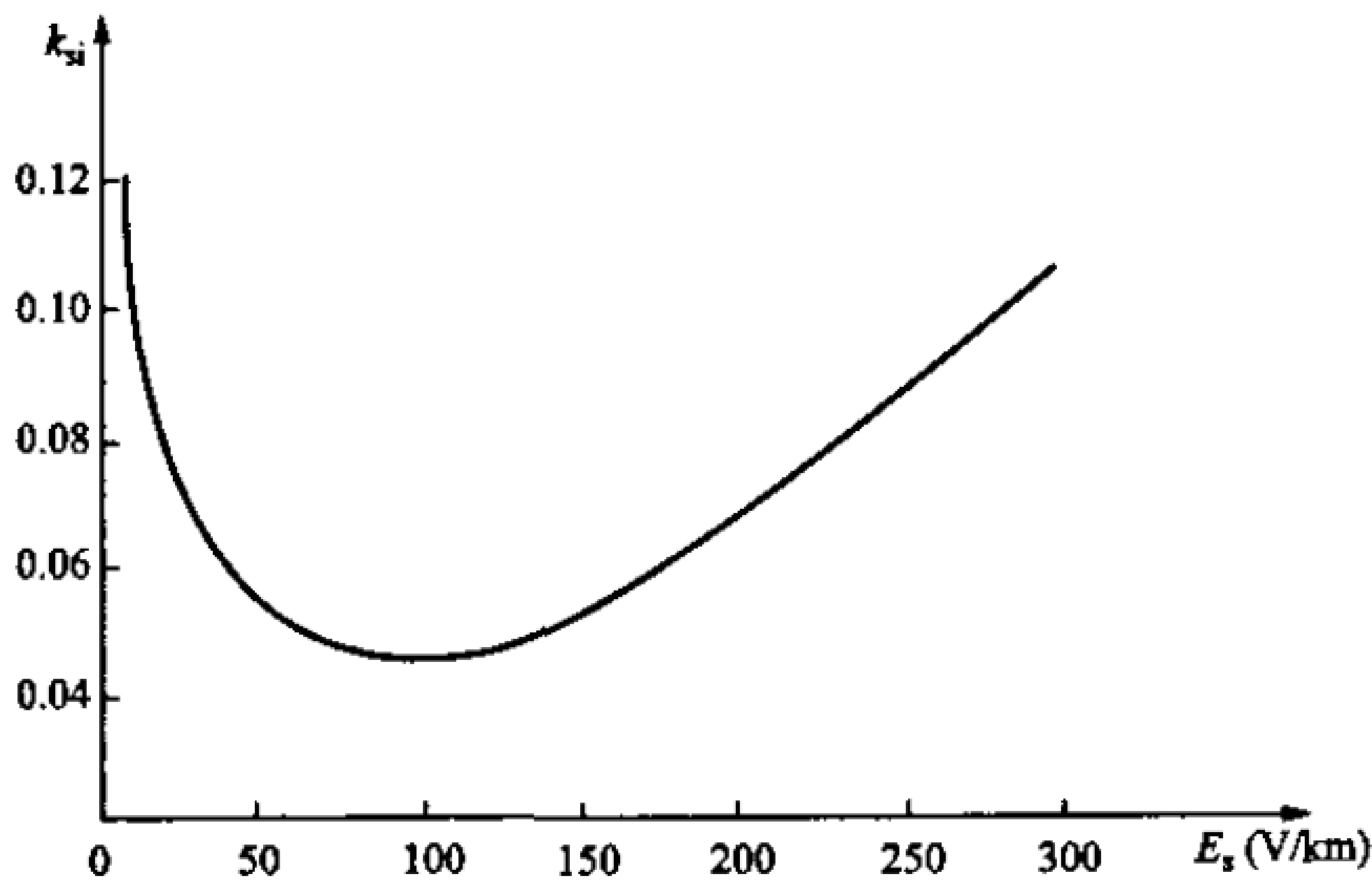
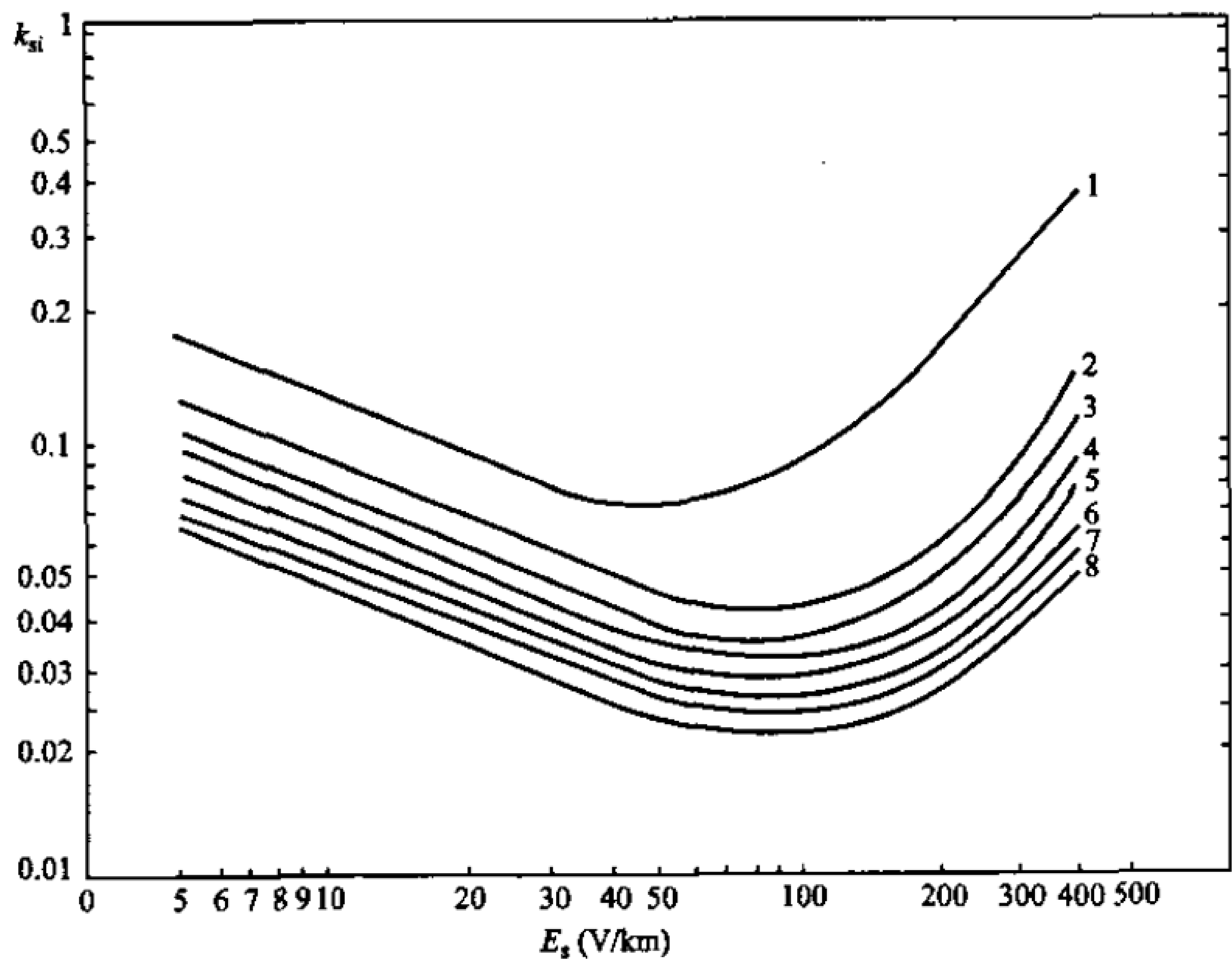


图 C.8 四管同轴综合高屏蔽电缆固有屏蔽系数曲线 ( $f=50\text{Hz}$ )

- 注: 电缆型号为 HOYDLZG22、HOL23—G1、HOL23—G2 4×2.6/9.5+4×4×0.9 (高) +1×4×0.9 (低) +6×1×0.6 (低), 铝包厚度 1.6mm, DT4 型电工钝铁带。



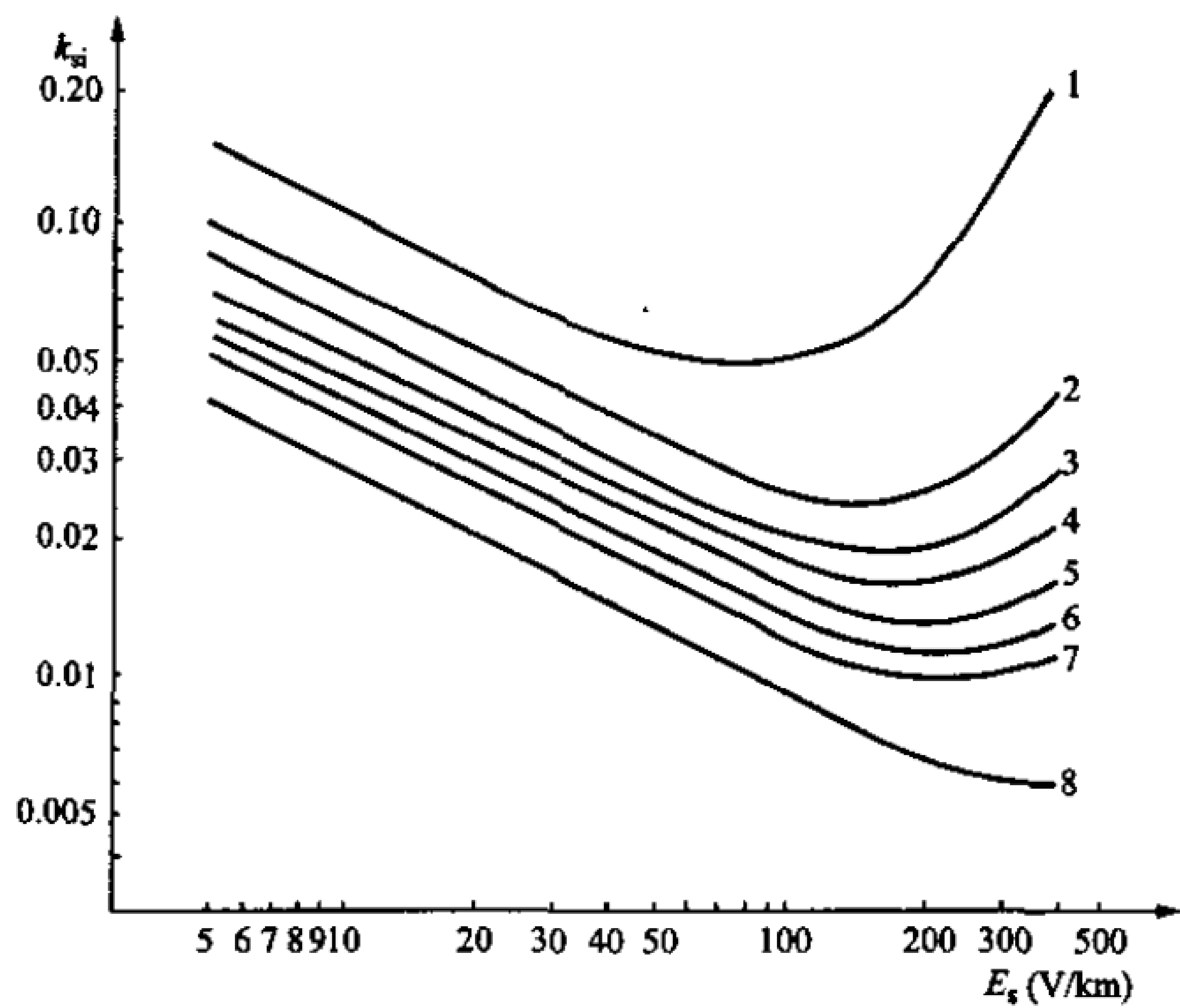
注：各曲线对应的参数如下表。

曲线编号		1	2	3	4	5	6	7	8
铝 护 套	$d_1$	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0
	$d_2$	12.4	17.4	22.2	27.0	31.8	36.6	41.4	46.2
	$b_1$	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
钢 带	$D$	20	25	30	35	40	45	50	55
	$a$	20	25	30	35	35	35	45	45
	$b$	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	$n$	2	2	2	2	2	2	2	2
	$a+\Delta$	28	35	42	49	49	49	63	63

$d_1$ —铝护套外径, mm;  $d_2$ —铝护套内径, mm;  $b_1$ —铝皮厚度 (平均值), mm;  $D$ —钢带绕包平均直径, mm;  $a$ —钢带宽度, mm;  $b$ —钢带厚度, mm;  $n$ —钢带总根数;  $a+\Delta$ —钢带绕包节距, mm

图 C.9 DT4 型钢带铠装铝护套电缆固有屏蔽系数曲线 ( $f=50\text{Hz}$ )





注：各曲线对应的参数如下表。

曲线编号		1	2	3	4	5	6	7	8
铝护套	$d_1$	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0
	$d_2$	12.4	17.4	22.2	27.0	31.8	36.6	41.4	46.2
	$b_1$	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
钢带	$D$	20	25	30	35	40	45	50	55
	$a$	20	25	30	35	35	35	45	45
	$b$	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	$n$	2	2	2	2	2	2	2	2
	$a+\Delta$	28	35	42	49	49	49	63	63
钢丝	$\phi$	4	4	4	4	4	4	4	6
	$D_3$	29	34	39	44	49	54	59	66
	$n_3$	20	24	28	31	35	38	42	30
	$a_3+\Delta$	290	340	390	440	490	540	590	660

$d_1$ —铝护套外径, mm;  $d_2$ —铝护套内径, mm;  $b_1$ —铝皮厚度 (平均值), mm;  $D$ —钢带绕包平均直径, mm;  $a$ —钢带宽度, mm;  $b$ —钢带厚度, mm;  $n$ —钢带总根数;  $a+\Delta$ —钢带绕包节距, mm;  $\phi$ —单根钢丝直径, mm;  $D_3$ —钢丝绕包平均直径, mm;  $n_3$ —钢丝总根数;  $a_3+\Delta$ —钢丝绕包节距, mm

图 C.10 DT4 型钢带、钢丝铠装铝护套电缆固有屏蔽系数曲线 ( $f=50\text{Hz}$ )

## C.4 电信电缆金属护套实效屏蔽系数计算

C.4.1 接近段均匀接地电信电缆实效屏蔽系数可按下列简化公式计算

$$k_s = k_{si} + (1 - k_{si}) \frac{1 - e^{-\gamma l_p}}{\gamma l_p} \quad (\text{C.4})$$

$$\gamma = \sqrt{(R_{s1} + j\omega L_{s1})(G_{s1} + j\omega C_{s1})} \quad (\text{C.5})$$

式中:

$k_s$ ——电信电缆金属护套实效屏蔽系数;

$k_{si}$ ——电信电缆金属护套固有屏蔽系数, 可从图 C.1~图 C.10 中查取;

$l_p$ ——接近段长度, km;

$\gamma$ ——均匀接地电信电缆“护套—大地”回路的传播常数, 1/km;

$R_{s1}$ 、 $L_{s1}$ 、 $G_{s1}$ 、 $C_{s1}$ ——分别是均匀接地电信电缆“护套—大地”回路的一次电气参数。

C.4.2 接近段间隔接地电信电缆实效屏蔽系数可按下列通用算式计算

$$k_s = k_{si} + (1 - k_{si}) K_c \frac{K_b + K_e}{2} \quad (\text{C.6})$$

$$K_c = \frac{1 - e^{-\gamma' l_p}}{\gamma' l_p} \quad (\text{C.7})$$

$$K_b = \frac{2R_b Z_b}{Z_b(Z'_c + R_b) + R_b Z'_c} \quad (\text{C.8})$$

$$K_e = \frac{2R_e Z_e}{Z_e(Z'_c + R_e) + R_e Z'_c} \quad (\text{C.9})$$

$$\gamma' = \frac{1}{d} \ln(u + \sqrt{u^2 - 1}) \quad (\text{C.10})$$

$$u = \frac{1}{\text{sh}\epsilon_m} \text{sh}(\gamma d + \epsilon_m) \tag{C.11}$$

$$\epsilon_m = \frac{1}{2} \ln \frac{Z_c + 2R_m}{Z_c - 2R_m} \tag{C.12}$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{R_{s1} + j\omega L_{s1}}{G_{s1} + j\omega C_{s1}}} \tag{C.13}$$

$$Z_b = Z'_c \text{th}(\gamma l_{TA} + \epsilon_1) \tag{C.14}$$

$$Z_c = Z'_c \text{th}(\gamma l_{TB} + \epsilon_2) \tag{C.15}$$

$$Z'_c = Z_c \sqrt{\text{th}\left(\frac{\gamma d}{\alpha} + \epsilon_m\right) \text{th} \frac{\gamma d}{\alpha}} \tag{C.16}$$

$$\epsilon_1 = \frac{1}{2} \ln \frac{Z'_c + R_{H1}}{Z'_c - R_{H1}} \tag{C.17}$$

$$\epsilon_2 = \frac{1}{2} \ln \frac{Z'_c + R_{H2}}{Z'_c - R_{H2}} \tag{C.18}$$

式中：

$K_c$ ——间隔接地电信电缆“护套—大地”回路均匀化以后，匹配条件下接近段衰减系数；

$K_b$ 、 $K_e$ ——间隔接地电信电缆“护套—大地”回路均匀化以后，始、末端点的附加衰减系数；

$\gamma$ ——间隔接地电信电缆“护套—大地”回路均匀化以后的传播常数，1/km；

$Z_c$ ——均匀接地电信电缆“护套—大地”回路的特性阻抗， $\Omega$ ；

$Z'_c$ ——间隔接地电信电缆“护套—大地”回路均匀化以后的特性阻抗， $\Omega$ ；

$d$ ——间隔接地相邻两点间的平均长度，km；

$R_m$ ——中间接地点的平均接地电阻， $\Omega$ ；

$\epsilon_m$ ——中间接地点的失配常数；

$\varepsilon_1$ 、 $\varepsilon_2$  ——两侧延长段末端接地电阻的失配常数；

$Z_b$ 、 $Z_e$  ——间隔接地电信电缆“护套—大地”回路均匀化以后，从接近段始、末两端点分别向两侧延长段末端看去的输入阻抗， $\Omega$ ；

$R_b$ 、 $R_e$  ——接近段始、末端的接地电阻， $\Omega$ ；

$l_{TA}$ 、 $l_{TB}$  ——两侧延长段的长度，km；

$R_{H1}$ 、 $R_{H2}$  ——两侧延长段末端的接地电阻， $\Omega$ 。

**C.4.3** 接近段间隔接地电信电缆实效屏蔽系数，当满足  $l_p \geq 12\text{km}$ （两侧延长段  $l_{TA}=l_{TB}=0$ ），或  $l_p \geq 12\text{km}$ ， $l_{TA}=l_{TB} \geq 12\text{km}$  时，也可按下列简化公式计算。

无延长段时

$$k_s = \frac{R_{s1}l_p + R_b + R_e}{(R_{s1} + j\omega L_{s1})l_p + R_b + R_e} \quad (\text{C.19})$$

两侧有延长段时

$$k_s = \frac{R_{s1}l_p + Z_b + Z_e}{(R_{s1} + j\omega L_{s1})l_p + Z_b + Z_e} \quad (\text{C.20})$$

$$Z_b = \frac{R_b Z_i}{(R_b + Z_i)} \quad (\text{C.21})$$

$$Z_e = \frac{R_e Z_i}{(R_e + Z_i)} \quad (\text{C.22})$$

$$Z_i = \frac{Z_s d}{2} \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{4R_m}{Z_s d}} \right] \quad (\text{C.23})$$

式中：

$Z_i$  ——任一侧延长段的输入阻抗， $\Omega$ ；

$Z_b$  ——始端侧延长段的简化等效阻抗， $\Omega$ ；

$Z_e$  ——末端侧延长段的简化等效阻抗， $\Omega$ 。

C.5 轨道屏蔽系数

输电线路或电信线路与轨道隔距在 100m 以内，轨道屏蔽系数可按表 C.1 取值。

表 C.1 轨道屏蔽系数

铁 路 类 型	轨道到输电线路或电信线路的距离	
	小于 50m	50m~100m
非电气化单线铁路	0.9	1.0
非电气化双线铁路	0.8	0.9
电气化单线铁路	0.61	0.8
电气化双线铁路	0.46	0.7

## 附 录 D

### (规范性附录)

### 放电器对地电压及其接地电阻计算

#### D.1 对 地 电 压 计 算

两侧供电的输电线路与电信线路接近段内的任一点, 发生接地事故时, 邻近两放电器间的电信线路上对地电压计算公式如下。

**D.1.1** 电信线路上仅装有两处放电器时, 两放电器间任一点(对应输电线路事故点  $k$ ) 的电信线路对地电压按式 (5.2.13-6) 计算。据此确定在该计算点是否还需要加装放电器。

**D.1.2** 电信线路装有多处放电器时

$$U_0 = \frac{E_1 l_{T2} + E_2 l_{T1}}{l_{T1} + l_{T2}} + \frac{1}{4} (U_{di} + U_{di+1}) \quad (D.1)$$

式中:

$l_{T1}$ 、 $l_{T2}$ ——电信线路上与输电线路短路点相对应点到相邻两放电器间的电信线路长度, km;

$E_1$ 、 $E_2$ —— $l_{T1}$ 、 $l_{T2}$  两段电信线路上被感应的纵电动势, V;

$U_{di}$ 、 $U_{di+1}$ ——相邻两放电器在对应放电器处输电线路发生短路时的接地电阻上的电压降, V。

#### D.2 放电器接地电阻计算

当输电线路在装有几处放电器保护的电信线路内, 于某点发生一相接地短路故障时, 该点两侧的放电器和全保护区两终端放电器先行放电的可能性最大, 或者事故点恰与某一处放电器相对应时, 该放电器和两终端的放电器先行放电的可能性最大。

两终端放电器的接地电阻上的电压降, 应在任意点发生事故情况下都不超过允许值, 在决定终端接地电阻值时, 应对各种放

电情况都进行计算而选用其最小值，中间放电器的接地电阻应按三处放电的情况计算，如图 D.1 所示。

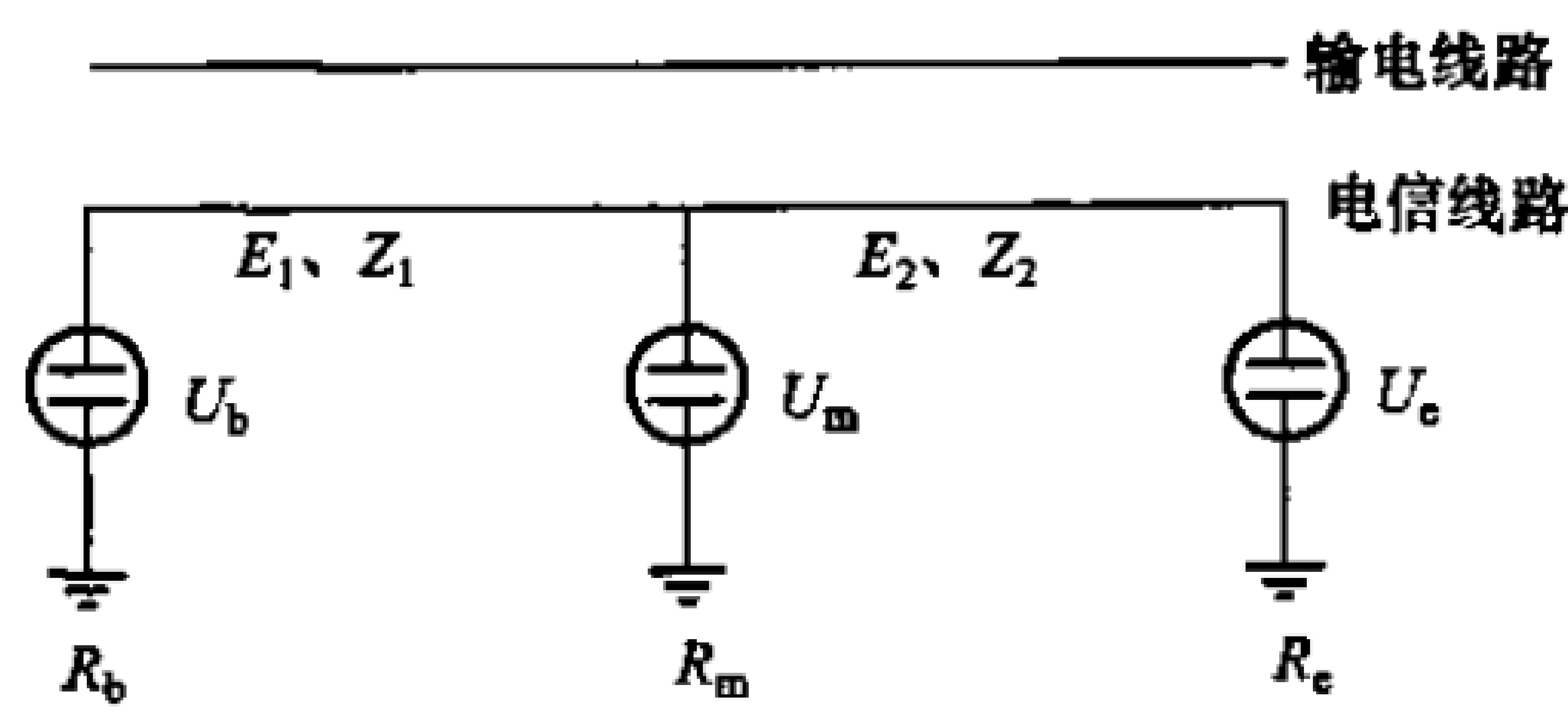


图 D.1 放电器计算示意图

$E_1$ 、 $E_2$ ——分别为始端和末端放电器至计算点的磁感应纵电动势；  
 $Z_1$ 、 $Z_2$ ——分别为始端和末端放电器至计算点电信线线束阻抗；  
 $U_b$ 、 $U_m$ 、 $U_e$ ——分别为始端、中间和末端放电器接地电阻电压降；  
 $R_b$ 、 $R_m$ 、 $R_e$ ——分别为始端、中间和末端放电器接地电阻

D.2.1 两终端放电器接地电阻计算式。

始端

$$R_b = \frac{U_b Z_1}{E_1 - U_b - U_m} \tag{D.2}$$

其中

$$Z_1 = Z_n l_{T1}$$

式中：

$R_b$ ——始端放电器接地电阻， $\Omega$ ；  
 $U_b$ ——始端放电器接地电阻电压降，V；  
 $Z_1$ ——始端放电器至计算点电信线线束阻抗， $\Omega$ ；  
 $Z_n$ ——可从图 D.2～图 D.5 中查取；  
 $E_1$ ——始端放电器至计算点的磁感应纵电动势，V；  
 $U_m$ ——中间放电器接地电阻电压降，V。

末端

$$R_e = \frac{U_e Z_2}{E_2 - U_e - U_m} \tag{D.3}$$

其中

$$Z_2 = Z_n l_{T2}$$

式中：

- $R_e$ ——末端放电器接地电阻， $\Omega$ ；
- $U_e$ ——末端放电器接地电阻电压降，V；
- $Z_2$ ——末端放电器至计算点电信线线束阻抗， $\Omega$ ；
- $E_2$ ——末端放电器至计算点的磁感应纵电动势，V。

D.2.2 中间放电器接地电阻计算式。

$$R_m = \frac{U_m}{\frac{E_1 - U_m}{R_b + Z_1} + \frac{E_2 - U_m}{R_e + Z_2}}$$

(D.4)

式中：

- $R_m$ ——中间放电器接地电阻， $\Omega$ ；
- $U_m$ ——中间放电器接地电阻电压降，V。

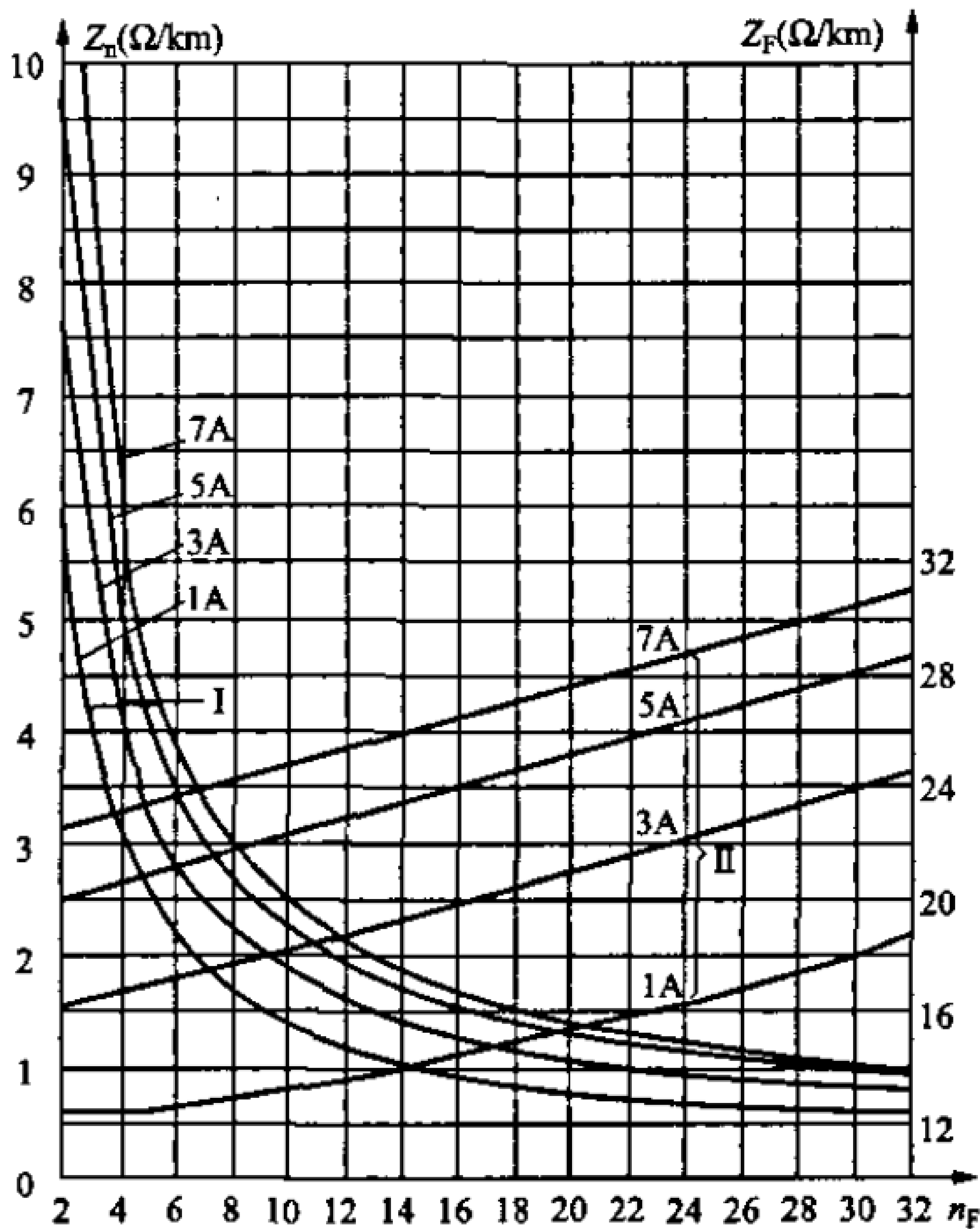


图 D.2 铁线线束阻抗图

注：I—铁线线束随电流变化的线束阻抗  $Z_n$  ( $n=1, 2, \dots$ )；II—铁线线束中一根铁线的阻抗  $Z_F$ ； $n_F$ —铁线数量。



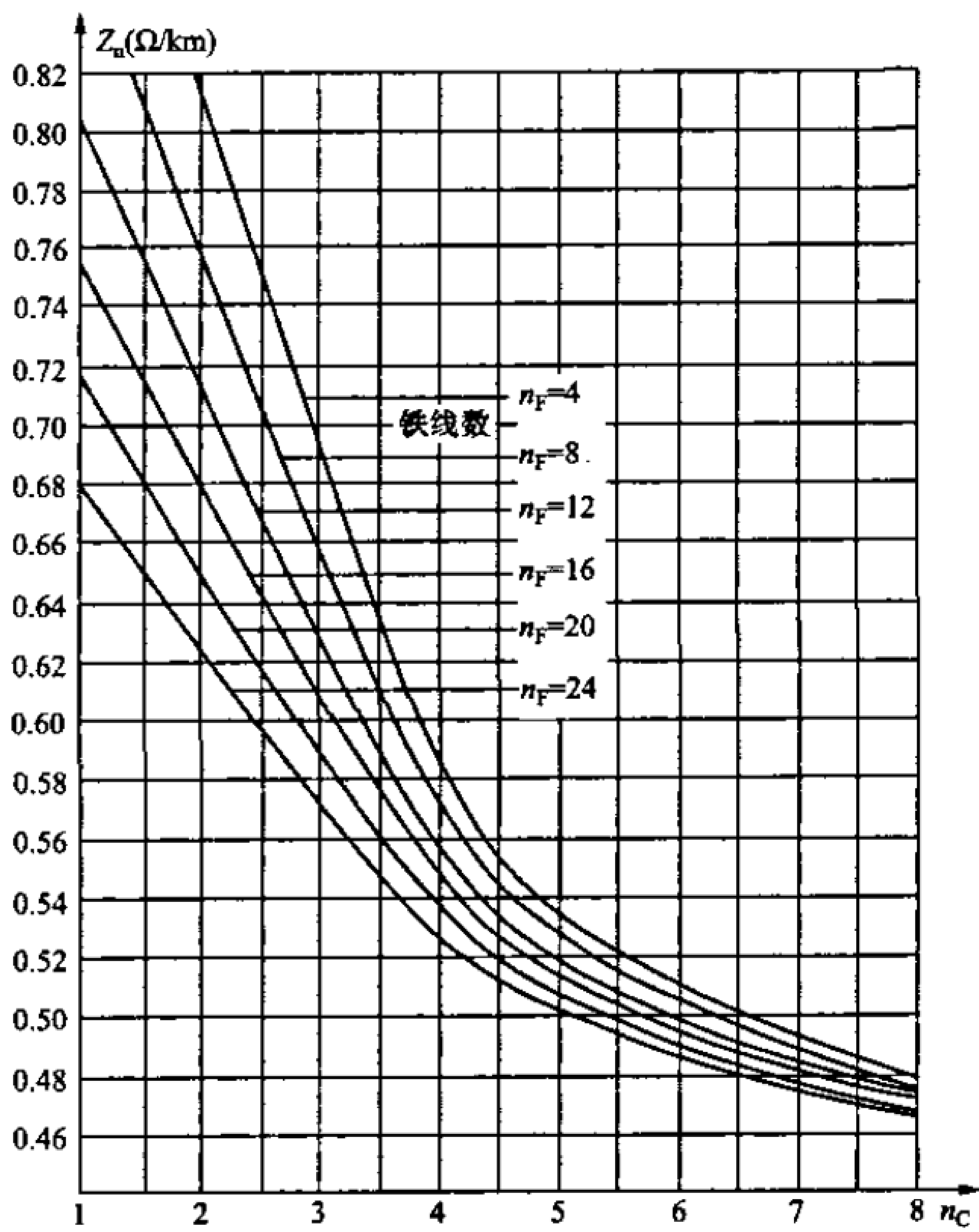


图 D.3 铜线与铁线线束阻抗图

注：电信线线束阻抗  $Z_a$  是根据铁线中电流为 5A 时计算的；一根铜线阻抗  $Z_c = Z_a(n_c + 0.069n_F)$ ；一根铁线阻抗  $Z_F = Z_a(n_F + 14.5n_c)$ ； $n_c$ ——铜线数量； $n_F$ ——铁线数量。

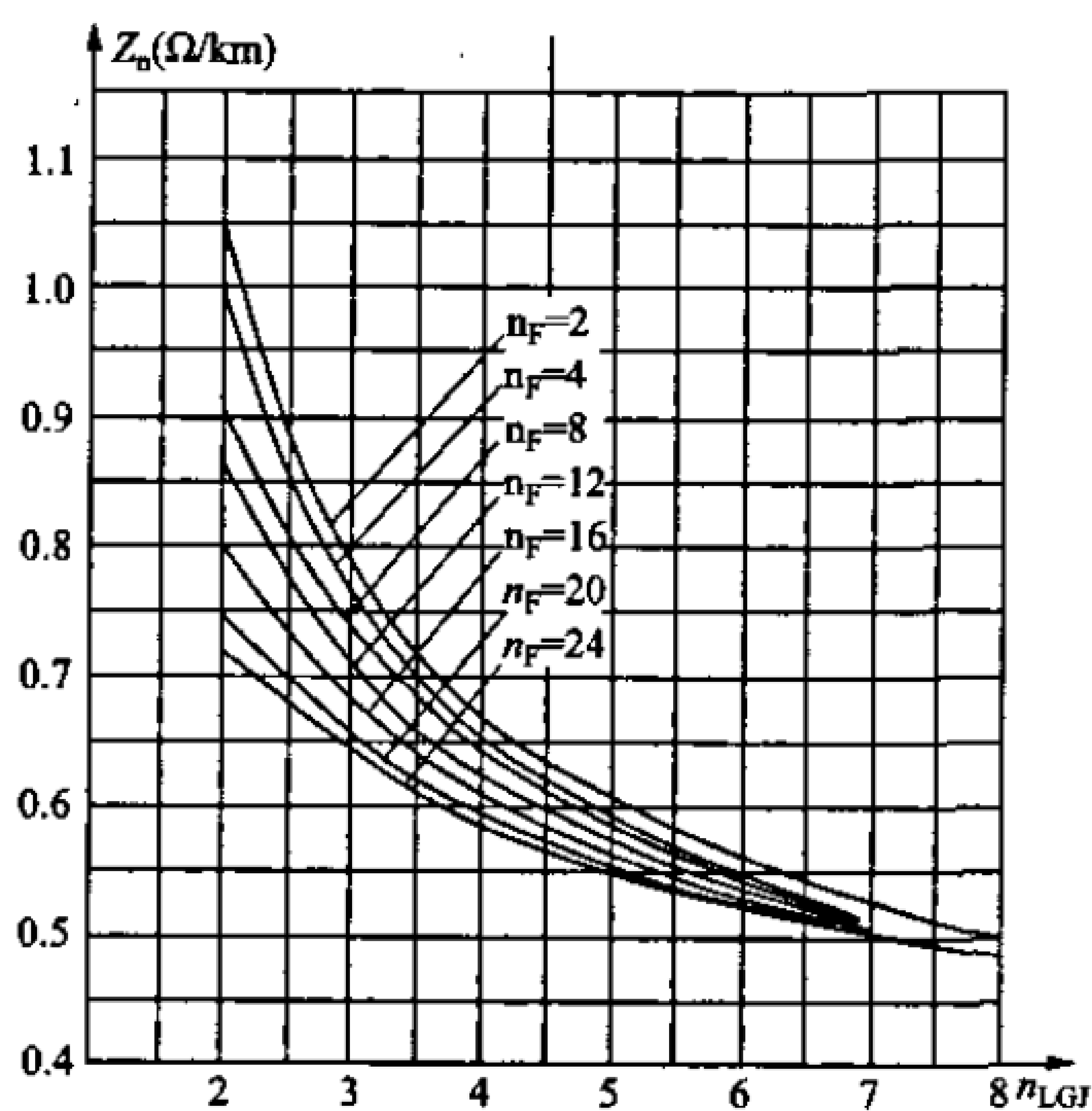


图 D.4 钢芯铝绞线与铁线线束阻抗图

注：电信线线束阻抗  $Z_0$  是根据铁线中电流为 5A 时计算的；一根铁线阻抗  $Z_F = Z_0[n_F + (8.89 + j4.8)n_{\text{LGJ}}]$ ；一根钢芯铝绞线阻抗  $Z_{\text{LGJ}} = Z_0[n_{\text{LGJ}} + (0.087 - j0.047)n_F]$ ； $n_{\text{LGJ}}$ ——钢芯铝绞线数量； $n_F$ ——铁线数量。

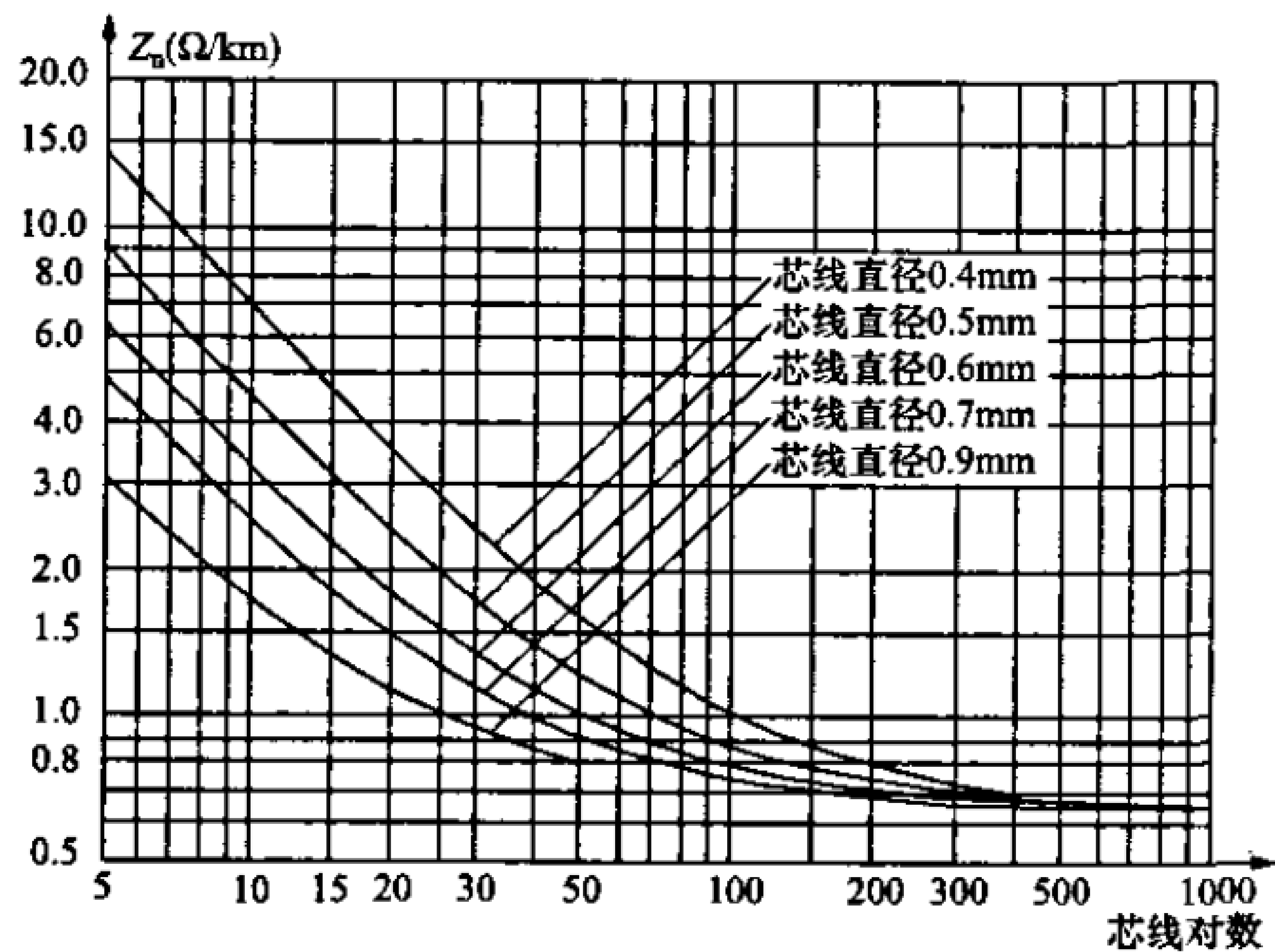


图 D.5 市话电信电缆线束阻抗图



# 输电线路对电信线路危险和 干扰影响防护设计规程

## 条 文 说 明

目 次

1 范围 ..... 63

2 术语和定义 ..... 64

3 输电线路故障状态和电信回路工作状态 ..... 65

4 危险和干扰影响允许值 ..... 66

5 危险影响计算 ..... 75

6 干扰影响计算 ..... 79

7 防护措施 ..... 87

附录 A（规范性附录） 无限长接近线路互感阻抗计算 ..... 88

附录 B（规范性附录） 有限长平行接近线路互感系数计算 ... 89

附录 C（规范性附录） 屏蔽体磁屏蔽系数计算 ..... 90

附录 D（规范性附录） 放电器对地电压及其接地电阻计算 ... 91

## 1 范 围

为 DL 5033—1994 的第 1.0.1 条和 DL/T 5063—1996 的第 1.0.1 条的修订。

为满足 750kV 输电线路工程建设需要,本标准的适用范围扩展到了 750kV 电压等级。但由于该电压等级的输电线路工程在国内还不多,相关参数、资料和测试数据有限,有待进一步补充和验证。

## **2 术 语 和 定 义**

本章由 DL 5033—1994 和 DL/T 5063—1996 的第 2 章内容修订而成，新增了术语对应的英文，去掉 DL/T 5063—1996 的第 2.2 节，各符号在相应公式中说明。

### 3 输电线路故障状态和电信回路工作状态

本章为 DL 5033—1994 的第 3 章内容。

3.0.1 输电线路一般有一相接地短路、两相接地短路、两相短路、三相短路单一故障和两相在不同地点同时接地短路的重复故障等。但是根据发生不同故障类型的概率，可能产生的不对称短路电流的大小，1988 年版《CCITT 导则》规定和我国相关规定以及多年运行经验，按电力系统不同接地方式，确定了与危险影响计算有关的几种输电线路故障状态供设计使用。

3.0.2 电信回路终端是低阻抗或高阻抗，要与所考虑的电信线路纵向阻抗相对比较来决定。

1 一般指转换中心用蓄电池供电的电话用户回路。

2 一般指转换中心之间的干线或转换中心与带有避雷器用户终端之间的线路。

3 一般指在线路两终端采用变压器耦合的干线，且终端设备具有纵向绝缘的装置。



## 4 危险和干扰影响允许值

本章由 DL 5033—1994 和 DL/T 5063—1996 相应内容综合而成，新增了光缆线路的危险影响允许值内容。其中，第 4.1 节为 DL 5033—1994 的第 4 章，第 4.2 节为 DL/T 5063—1996 的第 3 章。

4.1.1 电感应引起的流经人体的电流，系指在输电线路电场作用下，当一个人同时接触到地（或任何接地导体）和电信线路绝缘导线，因电感应人体将通过的稳定交流电流。

1978 年修改版《CCITT 导则》提出电容耦合电流允许值为 15mA，1988 年提出为 10mA；国外各国标准也不尽相同，在 9mA～15mA 范围内。GB 6830—1986《电信线路遭受强电线路危险影响的容许值》规定电容耦合电流允许值为 15mA。

一般情况下电感应电压高而容量很小，对人身造成的电感应危险主要是电感应电流。

综上所述，故本标准规定：中性点不直接接地的输电线路发生单相接地故障时，电感应流经人体的电流允许值为 15mA。

4.1.2 磁感应电压是磁感应纵电动势和磁感应对地电压的统称。

架空电信明线包括木杆、钢筋混凝土杆、金属杆、带有拉线的木杆和装有地线的木杆线路。

磁感应电压允许值，世界各国采取的数值不一样，变化范围较大，其范围为 430V～2000V，且与切除输电线路故障时间的长、短有关。

1994 年 4 月发布的 DL 5033—1994 中规定的电信明线危险影响允许值仍暂采用 GB 6380—1986 的规定。

而 1996 年 10 月，ITU—T（国际电信联盟电信标准化部门）通过的 K.33 建议（Limits for people safety related to coupling into telecommunications system from a.c. electric power and a.c.

electrified railway installations in fault conditions, 交流电力和交流电气化铁道装置在故障状态下对电信系统产生耦合时的人身安全限值)考虑了人体生物因素、流经人体的电流路径、电路中的阻抗、所用的操作规程等因素,基于几十年来电信运营者所积累的经验 and 最近的研究成果,为了得到输电线路故障时间缩短所带来的利益,根据 IEC (国际电工委员会) 出版物 479—1 《Effects of currents passing through the human body》(通过人体电流的影响),按故障持续时间长短不同而提出了相应的人身安全限值。

2002 年 10 月,ITU—T SG5 会议同意了根据 K.33 建议提出的对 1988 年版《CCITT 导则》第六卷的修订文本,该文本包括对第 5.4 节感应电压允许值等内容的修订。该修订得到了 CIGRE (国际大电网会议) 的同意,但 UIC (国际铁道联盟) 对修订的部分内容有意见。

2004 年 1 月,ITU—T SG5 会议根据 UIC 的意见,进一步讨论了对 1988 年版《CCITT 导则》第六卷第 5.4 节的修订内容,产生了 TD56 Rev.1 文件,并获得 SG5 的批准。该修订文件将 1988 年版《CCITT 导则》第六卷第 5.4 节规定的高可靠电力线感应电压允许值 650V 称为“基本允许电压”,在此基础上,进而增加了第 5.4.2 节“持续时间与允许电压的关系”,即不同故障持续时间对应不同的允许值。

ALIG (《CCITT 导则》允许值非正式工作组) 依据 IEC 出版物 479—1 给出的人体电流与电流持续时间的关系曲线,以现行限值 650V/0.5s 的危险性为参考,对不同允许限值的相对危险性进行了比较,比较结果见表 1。

表 1 允许电压值的相对危险性比较

故障持续时间 t s	允许电压 V	相对危险性
0.1	2000	0.83
0.2	1500	0.75
0.35	1000	0.72
0.5	650	1

从表 1 中可看出：短持续时间的新允许限值的危险性比《CCITT 导则》现行限值 650V/0.5s 的危险性要小些。

另外，感性耦合危险影响只出现在输电线路发生一相接地短路故障的瞬间，并非长期存在于电信线路上，且事故持续时间极短（0.1s~0.5s），事故概率极低 [0.35 次/100 (km·a)~1.3 次/100 (km·a)]。此时，在电信线路上感应最大对地电压的地方，又正好有巡线员登杆作业触及导线的概率是极小的。

综上所述，本标准对 DL 5033—1994 第 4.1.2 条进行了修订。

4.1.3 由 DL 5033—1994 的第 4.0.3 条修订而成。

1978 年修改版《CCITT 导则》第 4 章第 44 条和第 53 条规定，电信电缆磁感应纵电动势和对地电压允许值取直流试验电压的 60% 和交流试验电压的 85%，如有远供系统，还应减去远供电压值。

1988 年版《CCITT 导则》第 6 卷第 5 章 5.4 节规定：电信电缆纵电动势和共模电压（译注：即对地电压）允许值取直流试验电压的 60% 和交流试验电压的 85%（注：对带有远供电压的电信电缆，其感应电压允许值保留一定裕度是需要的）。1988 年版《CCITT 导则》对 1978 年版规定用“注”作了程度上的修改。本规程允许值考虑减去远供电压，也就是保留了一定的安全裕度。

电缆试验电压值是避免电缆介质绝缘强度击穿的保证值，已具有足够的安全系数。介质耐压强度与过电压作用时间成反比。过去电缆试验电压是 2min 的试验值，近年来国内外均采用了 IEC708（1983）标准，电缆试验电压采用了 3s 和 1min 的试验值。而输电线路接地短路故障切除时间极短，一般在 0.1s~0.5s 范围内，此时击穿耐压值还将进一步提高。为此电缆试验电压可采用电缆出厂时 3s 直流或交流试验电压值。如缺少 3s 数值，也可采用 1min 或 2min 的试验值，也可采用实测值。

作气压报警用的信号线路不能开话路，在电信电缆中的地位次于作电话、电报用的工作芯线，即使有事故也不致影响芯线的

正常运行。故电信电缆只按电缆内作电话、电报用的芯线对护套试验电压标准来计算所允许的对地电压值。国外也是用电缆芯线试验电压作标准值的。

#### 4.1.4 新增条文。

2002年2月,ITU—T SG5以临时文件TD57 Rev1-E提出的K.53新建议草案(Values of induced voltages on telecommunication installations to establish telecom and a.c. power and railway operators responsibilities,确定电信运营者与交流电力及铁道运营者责任时用的电信装置上的感应电压值)根据连接到电信线路的部件(元件)中的损耗与650V/0.5s(该值沿用到现在)的损耗相同,推导出了线路具有金属的信号导线或远距离供电的电信线路任何一点上的感应电压允许值,该允许值随电力线故障持续时间不同而不同。

2002年10月,ITU—T SG5会议同意了根据K.53建议提出的对1988年版《CCITT 导则》第六卷的修订文本。该修订得到了CIGRE的同意,但UIC对修订的部分内容有意见。2004年1月,ITU—T SG5会议根据UIC的意见,进一步讨论了对1988年版《CCITT 导则》第六卷第5.4节的修订内容,产生了TD56 Rev.1文件,并获得SG5的批准。该修订文件包括了考虑输电线路故障持续时间的设备安全电压允许值。据此,新增本条文。

#### 4.1.5、4.1.6 此两条参考了下列资料:

1978年修改版《CCITT 导则》第22章规定:地电流影响可以采用与磁感应影响相同的极限值,即第4章中所述的电压极限值。

1988年版《CCITT 导则》第6卷第5章第5.2节及第7卷第4章分别规定:有时,电信回路接近发生故障的电力或电气化铁道线路而受到地电位升的影响,则此种传导耦合应叠加在任何感性耦合中。地电位升引起的电位差允许值与第6卷磁感应危险影响允许值相同。

#### 4.1.7 新增条文。

目前，国内电信、网通、移动、联通、铁通、广电、部队等部门所属长途线、中继线和部分用户主干线以及配线已广泛采用光缆线路，故新增本条文。

4.1.8 本条规定了输电线路故障状态下，对非电气化铁道半自动、自动闭塞方向电路、遥控和遥信线路的磁感应电压允许值。

而对非电气化铁道信号自动闭塞区间的交流轨道电路的危险影响，DL 5033—1994 的第 4.0.7 条仍参照 1961 年《四部原则协议》第 39 条规定“其钢轨的磁感应纵电动势允许值宜为 300V”。《四部原则协议》第 39 条的规定主要根据前苏联的技术规定，针对防止带阻抗连接器的交流自动闭塞装置误动作规定的，随着铁道信号技术进步，带阻抗连接器等老设备已被淘汰，目前轨道电路中的继电器等电磁元件的工频耐压已远大于 300V（要求历时 1min 无击穿和闪络现象的耐压为 1000V~2000V，实际测试值更高），因此，300V 的允许值太低。其次，输电线路接地故障持续时间极短（大多数情况小于 0.2s，不超过 0.5s），在这样短的时间内，轨道电路中的电磁元件的工频耐压将更高。由于自动闭塞信号系统完善的过电压防护措施和较强的抗干扰能力、自动停车装置、“故障—安全”原则、自动信号显示制度等各项措施确保了机车行车安全，因此，输电线路的电磁影响不可能引起自动闭塞系统色灯信号错误显示，也不可能对信号设备造成损坏和引起行车事故。铁研电字（67）第 63 号文《电力线路对铁路信号电磁危险影响调查试验报告》指出，正确处理电力线对自动闭塞电磁危险影响问题，信号设备的安全问题应采取防雷措施，不另外考虑电力线的影响。另外，2000 年 7 月 1 日实行的铁道部《信号维护规则》技术标准中，只对信号设备的雷电防护作了详细规定，而对输电线路的影响未有提及。长期运行经验也表明，当闭塞设备采取防雷措施后，可不另外考虑输电线路的电磁影响。因此，输电线路对非电气化铁道信号自动闭塞区间的交流轨道电路的危险影

响可不予考虑。故删除 DL 5033—1994 的第 4.0.7 条。

**4.1.9** 1978 年修改版《CCITT 导则》指出：当检验线路接近段的设计发现磁感应纵电动势可能超过规定值时，要计算电信线路的导线与大地或与线路其他金属结构间产生的电压，以保证这些电压不超过该导则的允许值。事实上，在绝大多数情况下，产生危险的是这些对地电压而不是磁感应纵电动势。

1988 年版《CCITT 导则》第 6 卷第 5 章指出：纵电动势和共模电压（即对地电压）允许值是相同的。纵电动势超过了允许值，根据电信电路的接法研究共模电压是必要的，且采用过电压保护装置常常是十分正确的。共模电压常常比所允许的数值小得多，仅在沿电路的某些点上接近允许值。由于具有正常工作经验和安全预防措施，且考虑到事故概率和短的持续时间，职工不可能接近危险的共模电压。

理论和实践也表明，危害电信设备和人身安全的是对地电压而不是纵电动势，因此把一定的对地电压值作为判断是否存在危险影响的标准是合理并符合实际的。

**4.2.1** DL/T 5063—1996 的第 3.0.1 条。

输电线路对电信线路干扰影响问题，干扰源方面来说是输电线路基波和高次谐波电流、电压产生的磁干扰和电干扰。例如，在某 110kV 输电线路路上实测基波至 60 次（3000Hz）剩余分量谐波电流的数值范围为 0.004A~7.6A，其中以 3 次、5 次、6 次、21 次谐波较大，分别为剩余分量基波的 10%~35%。由于各次谐波噪声加权系数不同，产生干扰的大小也不同。对被干扰的电信线来说，感应在双线电话回路上的噪声电压的频率经实测约为 50Hz~1050Hz，单线电话回路的频率约为 50Hz~2650Hz，更高频率的噪声很小，已接近背景干扰水平。从干扰源和被干扰对象来看均属音频中的话频范围，所以输电线路只对音频传输的话路产生干扰影响。

通过 30 多年的运行实践，在东北、中南、西南等地区对已运



行的 22 条 110kV~500kV 输电线路影响范围内的 79 条电信线调查结果表明，经过干扰防护设计后，运行情况良好，无不良反映。

表 2 为“主观评定会话测试法”提出的会话测试评分等级。根据评分评定的等级不低于 50% 的要求，表 2 中双线电话噪声计电动势作为允许值是合适的。

表 2 会话测试评分等级统计表

双线电话线 用户类型	噪声计电动势 mV	“中”以上 %	“良”以上 %
市内用户通话	4.5	95	60
经长话网用户通话	4.5	95	57.5
县至乡用户通话	10	80	52.5

根据原电力部、邮电部、铁道部、解放军通信兵部及广播事业局（简称四部一局）1957 年颁发的《架空电力线路与弱电流线路接近和交叉装置规程》第 3 条、第 4 条关于划分电信线路等级的规定，I 级、II 级线应满足 1 款，III 级线应满足 2 款要求。其他各部门及机关（包含军事部门）所属电信线参照该划分原则确定。

业务电话，一般指线务段、巡房、水线房等的业务联络、维护用电话。业务电话允许值沿用原邮电部规定。

原邮电部明确不再发展单线电话，故不再作规定。对确实先于输电线路建设的单线电话或兼电话用的单线广播线，可沿用 30mV 标准，如超过 30mV，可考虑采取单线改双线的过渡措施。

本标准允许值与国际标准接轨的问题。据了解各国噪声计电动势允许值差异较大，例如：

法、英、爱尔兰	2.0mV
前苏联对干线通信线路	3.0mV
澳大利亚	1.6mV

荷兰	10.0mV
日本 电气化铁道干扰	2.0mV (电缆)、5.0mV (明线)
高压输电线干扰	1.0mV (电缆, 困难时可 2.0mV)、 2.0mV (明线)
德国 国际话路	1.0mV
国内话路	5.0mV
UIC 建议 [在有严重技术困难和 (或) 财政困难时]	3.0mV
《CCITT 导则》	1.0mV

《CCITT 导则》规定介入链路的电信设备尽可能对地完全平衡。同时, 1988 年版《CCITT 导则》II 卷 7 章指出: 对具有平衡终端 (即带线路变压器) 的电信线路的不平衡纵向转换损耗 ( $LCL$ ) 最小值建议为 60dB (译注: 相当于敏感系数为 1‰)。在采用交叉和补偿的平衡方法后, 电信电缆  $LCL$  值可改善达 100dB (相当于敏感系数为 0.05‰) 或更高。

上述表明干扰允许值标准是与电信线自身的平衡度紧密相关的。如果敏感系数达到 1‰、噪声计电动势允许值为 1mV 与敏感系数为 4‰、噪声计电动势允许值为 4.5mV 基本是对等的。当电信设备、电信线路达到“尽可能对地完全平衡, 符合最新式设备的要求”时, 与国际标准 1mV 接轨是不困难的。但也必须注意到, 对架空电信明线, 特别是敏感系数为 5‰~6‰的架空农话线的要求与国际标准接轨是难于做到的, 而且日本、德国等国规定的架空电信线干扰标准与电信电缆有明显的区别。

#### 4.2.3 DL/T 5063—1996 的第 3.0.3 条。

参照 1963~1978 年《CCITT 导则》第 5 章第 2 节规定, 单线电报线路在收、发报机直接接到电报线的情况下, 当外界影响源通过磁感应和电感应引起流经收报机的电流有效值超过稳态电报电流的 1/10 时, 就可能产生干扰影响。鉴于目前国内尚有为数不多的音频单幻电报线路, 暂定 10% 工作电流作为干扰允许值。

另外在广播信号线上有开通传真电报的, 属于图像信息传输



的范畴。当在音频话路上开放时，可将传真机与话路直接连接起来，只需插入适当的衰减器（或音频放大器）以满足接口电平要求，不需其他中间设备。单路传真机占用一个 300Hz~3400Hz 的话路频带，且利用现有模拟信道进行传输，其中模拟信道典型传输速率为 1200 bit/s~2400bit/s。音频电话与传真电报的区别在于音频电话为模拟信号，频率为 300Hz~3400Hz，需要加衡重网络；传真电报为数字信号，数据信号频率为 2100Hz~4600Hz，控制信号频率为 1550Hz~1950Hz，不加衡重网络，并且有错误重发功能。试验表明：从波形图和频谱图比较，显示出输电线路干扰源主要为 50Hz 工频及邻近的几个奇次谐波，而传真机的调制解调器（MODEM）能有效地抑制这些谐波分量。测得输电线路感应在电信线上的噪声计电动势为 5.3mV，而广播在该电信线上串音引起的噪声计电动势却达 10mV~20mV。在输电线路运行或停电状态下，传真信号的波形图和频谱图具有高度一致性。因此，就输电线路对传真电报的干扰影响而言，目前可沿用电信线的相应标准。

5 危险影响计算

本章由 DL 5033—1994 的第 5 章修订而成。

5.2.1 式 (5.2.1) 是根据磁感应基本原理推导求得，且当电信线路长度小于信号波长（即小于 10%）时，该电信线可看作“电学上的短线路”，此时信号的传播现象可忽略不计。据 1988 年版《CCITT 导则》规定，如式 (5.2.1) 计算误差在给定的误差范围（5%~20%）内，对于架空电信明线和电信电缆对称芯线回路的“电学上短线路”计算长度极限值，列于表 3 和表 4 中。

表 3 架空电信明线计算长度极限值 km

频率 Hz		50		300		800		2000	
传播常数 $\gamma$ $\times 10^{-3} \text{ l/km}$		$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
		0.46	1.53	0.9	8.3	1.7	21	3.6	50
误差	5%	235		45		18		7.5	
	20%	438		84		33		14	

表 4 电信电缆线计算长度极限值 km

频率 Hz		50		300		800		2000	
传播常数 $\gamma$ $\times 10^{-3} \text{ l/km}$		$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
		14.79	14.95	35.33	37.55	54.86	64.49	77.16	114.6
误差	5%	43		18		11		7	
	20%	66		27		16		11	

据表 3 和表 4 可知，在 5% 误差范围内，当频率为 50Hz 时，

架空电信明线计算长度极限值为 235km，电信电缆线计算长度极限为 43km。因此，忽略传播现象进行危险影响计算在一般工程设计中是可行的。

5.2.2 根据 YD 2002—1992《长途通信干线电缆线路工程设计规范》9.2.3 条说明，目前我国生产的对称电缆 60 路和 12 路无人增音机、中同轴电缆内的配套 12 路无人增音机均设有防护滤波器。该防护滤波器对电磁感应影响能起抑制衰减作用，故宜按无人增音段分段计算电磁感应影响，并根据表 5 和表 6 的实测值，乘以 (1.1~1.2) 增大系数是合理的，纵电动势在 1200V 以下时用 1.1，否则用 1.2。

表 5 ZH361—1 型无人增音机工频防护滤波器防护效果实测值

纵电动势 V	转移至下一增音段的电压值 V	降低系数 %
40	0.8	2
60	1.2	2
96	1.8	1.9
125	2.4	1.9
150	2.9	1.9
170	10	5.9
200	11	5.5

表 6 ZH363—1 型无人增音机工频防护滤波器防护效果实测值

纵电动势 V	放电器放电状态		无放电器状态	
	输出电压 V	降低系数 %	输出电压 V	降低系数 %
800	75	9.4	—	—
1200	100	8.4	200	16.7

5.2.3、5.2.4 将无限长线路互感系数的计算公式移到附录 A.2 中与干扰影响计算共用。

5.2.5 参见 1963、1978 年修改版《CCITT 导则》第 12 章第 2.2.2 节及第 2.2.3 节。

5.2.6、5.2.7 电信电缆、铁路信号电线路计算长度是按其电气回路工作特性确定的，新增了光缆线路计算长度的说明。

5.2.9 由 DL 5033—1994 的第 5.2.9 条修订而成。

5.2.10 由 DL 5033—1994 的第 5.2.10 条修订而成。

5.2.11 DL 5033—1994 的第 5.2.11 条。

在城市和大型工矿企业地区的自来水、煤气、蒸汽管等纵横交错，各类钢筋混凝土、钢结构建筑大量存在，形成了天然的地下电磁屏蔽网。当输电线路或电信线路经过城市、工矿企业地区时，计入这一城市环境屏蔽系数，可降低输电线路对电信线的电磁感应影响，具有较大的经济效益。如成都、攀枝花、广州、武汉、沈阳、长春、北京等地，通过实测城市环境屏蔽系数用于工程中的通信保护设计，都取得了良好经济效益，使理论计算值更符合实际。

5.2.13 DL 5033—1994 的第 5.2.13 条。

电信线路上磁感应对地电压计算，精确计算参见 CCITT 1981~1984 年，26/V 课题，COM V—50—E 原中国邮电部文稿《在强电线电磁影响下通信线沿线感应电位及感应电流的分布规律及其应用》。经过数学变换并作适当简化后，即为 5.2.13 条所列式 (5.2.13-1) 和式 (5.2.13-3)。式 (5.2.13-6) 按基尔霍夫定律即可求得。如能收集到端局接地电阻分别为  $R_1$  和  $R_2$ ，则  $U_1=IR_1$ ， $U_2=IR_2$  ( $I$  为放电回路的回路电流)。

5.2.14 有线广播系统一般县至乡为信号线，乡至村为馈电线，村至用户为用户线。

我国有线广播功率传输系统馈电线的电压系列有 120V、240V 两种。虽已属低压电力线范畴，但为了避免在高压输电线路短路

接地故障瞬间，在其上感应过高的纵电动势，故应作验算，以判断是否超过了允许值，据此决定是否应考虑维修人员登杆作业的安全。

**5.3.1 DL 5033—1994 的第 5.3.1 条。**

参见 1963 年与 1978 年的修改版《CCITT 导则》第 7 章第 1 节和 1988 年版《CCITT 导则》第 2 卷第 3 章。

**5.3.2 DL 5033—1994 的第 5.3.2 条。**

参见 1963 年与 1978 年的修改版《CCITT 导则》第 7 章第 1.1 节和 1988 年版《CCITT 导则》第 2 卷第 2 章。

## 6 干 扰 影 响 计 算

本章由 DL/T 5063—1996 的第 4 章和第 5 章修订而成。

### 6.1.1 DL/T 5063—1996 的第 4.0.1 条。

中性点直接接地系统的输电线路，发生单相接地故障时，都能迅速切除故障，故仅计算输电线路正常运行情况下对电信线的音频干扰。

电气设备内铁磁元件的影响（如磁通的非正弦形分布、铁心的磁饱和特性等）；电气化铁道牵引机采用的单相供电硅整流技术；冶金部门的轧钢机、炼钢炉，煤矿的卷扬机，有色冶金的电解槽以及电解化工等方面都采用了硅整流设备；在家用电器方面也普遍采用了硅整流技术等。这些非线性整流负荷产生大量的高次谐波电流，单相非线性负荷还产生不对称的高次谐波。这些谐波通过所有联络电网传播，形成“谐波污染”，使得电力系统内除基波外还存在着各种谐波分量。经多次测试验证各高次谐波分量的频率主要分布在话频范围内，故输电线路对电信线的音频干扰是由高次谐波电流和电压所引起的。

幻线电报不能进入自动转报网，故目前县至省中心已为频分复用（即音频载波电报或插报）和时分复用的电报。直流传输的幻报只在县至地和县至省电路上用。而直接传输的人工电报电路仅在市内、县内及防汛方面还有使用的。线一地直流传输电报机的工作速率一般较低，接近于输电线路的工作频率，因而对电报的干扰仅考虑基波的影响。

因不能确切计算每条输电线路对电信线噪声计电动势的相位，故多条输电线路对同一条电信线产生的干扰，按平方和的平方根计算其合成干扰。

### 6.1.2 DL/T 5063—1996 的第 4.0.2 条。

《四部原则协议》第 55 条对中性点不直接接地系统的输电线路规定：如输电线路事故发生后 2h 内消除者，按正常情况计算，否则按不正常情况计算。《CCITT 导则》则是以 10s 能否切除故障来划分。考虑到目前我国中性点不直接接地系统中，当输电线路发生单相接地短路故障时，有允许运行 2h 的规定。因此，对中性点不直接接地系统的输电线路对电信线的音频干扰，按输电线路单相接地故障情况计算。

中性点不直接接地系统，发生单相接地短路故障时，非故障相的相电压升高为线电压，输电线路将由对称系统变为不对称系统短时间运行。使输电线路的电压剩余分量，成为干扰影响的主要成分，故对音频电话回路只考虑输电线路基波和谐波电压的干扰影响，同理对线一地电报回路只考虑基波电压的干扰影响，不考虑多条输电线路的合成干扰影响。

#### 6.1.5 DL/T 5063—1996 的第 4.0.5 条。

由于双线电话对输电线路存在几何位置不对称，使电话回路两导线间产生电位差，形成噪声计电动势，称为环路影响。同时，由于电信线导线对地导纳和导线阻抗不平衡使两导线间产生电位差，形成噪声计电动势，称为不平衡影响。

输电线路一般包含有电压平衡分量、电压剩余分量、电流平衡分量和电流剩余分量，而输电线路对双线电话线的干扰影响是由双线电话回路对输电线路不对称（即环路影响）和电信线两导线不平衡（即不平衡影响）引起的。因此，输电线路上的 4 个干扰源将在电话线上诱起 8 个噪声计电动势分量。但是，在中性点直接接地系统中，电压剩余分量等于零，相应地在电话线上只诱起 6 个噪声计电动势分量。在实际工程中，6 个噪声分量在总噪声计电动势中所占比例是很不相同的，其大小差值可用数量级来衡量。

通过计算及分析表明，输电线路对电信线的干扰影响，主要是由电信线两导线不平衡引起的。电信线对输电线路的不对称影响（环路影响）往往比电信线两导线的不平衡影响小十几倍至几

十倍。可以忽略，因而在工程计算中，只需考虑不平衡影响的 3 个噪声分量。

#### 6.1.6 DL/T 5063—1996 的第 4.0.6 条。

干扰噪声计电动势的传统计算，无论是原电力部、邮电部、铁道部、解放军通信兵部 1961 年颁发的《四部原则协议》，还是 1963～1978 年版《CCITT 导则》都没有考虑电信线的传播效应，这是造成干扰计算误差大的重要原因之一。20 世纪 70 年代以来，国内外都在致力于这一研究。我国电力、铁道部门经 10 多年的研究及多次现场实测验证表明，由于噪声的产生是分布的，如果根据“考虑噪声累积过程中的差模传播效应”的原理，在干扰计算中计入电信线计算长度全长的传播效应衰减系数，可将计算误差从原来的几倍降低到 5%～50% 以内，使计算更符合实际，可减少工程中不必要的干扰防护费用。

1988 年版《CCITT 导则》中用噪声功率叠加法计算差模噪声计电压时，也计入了电信线的传播衰减，只是工程实用还有一定困难，但计算原则是明确的。

#### 6.1.9 新增条文。

由于无金属线对的光缆线路中只有光信号，故不考虑干扰影响。

#### 6.2.1 DL/T 5063—1996 的第 5.1.1 条。

当各噪声计电动势分量间的相位关系不易确定时，用几何求和，可参考 1963 年《CCITT 导则》第 6 章规定。

一般情况，系指电信线大部分接近小段满足  $\frac{b+c}{a} < 0.1$  的条件。

不平衡影响的 3 个噪声分量，随着输电线路和电信线的架设高度、接近距离以及大地电导率等因素的不同，各分量所占比重也不同。在中性点直接接地系统中，当输电线路与电信线间接近距离  $a$  在 100m～200m 时，电感应分量的影响在总噪声中占有较



大比重。但随着接近距离  $a$  的逐渐增大, 电感应分量急剧下降, 磁感应分量上升为主要分量。其中电流平衡分量又比剩余电流分量随  $a$  的增大而衰减更快, 因此当接近距离  $a$  大于 300m~600m 时, 实际上, 剩余电流已上升为主要影响分量。

6.2.2 由 DL/T 5063—1996 的第 5.1.2 条修订而成, 其中 750kV 电压等级的结构系数根据某 750kV 输电线路导线布置方式计算得到。

6.2.4 DL/T 5063—1996 的第 5.1.4 条。

在实际工程的干扰影响计算中, 一般电流剩余分量等值干扰电流  $I_{pr}$  磁感应的噪声计电动势  $e_{r1}$  在总噪声计电动势中占主导地位。从 1985 年开始, 西北电力设计院、电力科学研究院、西南电力设计院、东北电力设计院和电磁干扰分专业委员会分别进行了  $I_{pr}$  的实测。其中西北电力设计院对陕西、青海两省境内的所有 330kV 线路, 四川成都、福建、江苏、甘肃部分地区的 110kV~220kV 线路进行了数十次测量, 电力科学研究院和东北电力设计院对东北、中南地区部分 500kV 线路作了测量, 西南电力设计院在西南地区结合部分工程作了 110kV~500kV 线路的测量, 电磁干扰分专业委员会对北京某 500kV 线路作了测量。根据上述实测结果, 经数理统计和综合分析, 推荐了表 6.2.4 的  $I_{pr}$  值, 在无工程具体实测数据时, 可按表 6.2.4 选用。

如用附录 A 中公式计算  $z_m$  和  $z_{mr}$  模值, 则计算表达式要作如下相应改变。

a) 对平行段, 因  $M_0(x) = 142.5 + 45.96x - 1.413x^2 - 198.4\ln x$  ( $\mu\text{H}/\text{km}$ ), 则  $z_m(x) = \omega M_0(x)$  ( $\Omega/\text{km}$ )。

b) 对交叉段, 令  $[M_0(x)]_{x_A}^{x_B} = \frac{S(x_B) + S(x_A)}{x_B + x_A}$  ( $\mu\text{H}/\text{km}$ ),

其中  $S(x) = 340.9x + 22.98x^2 - 0.471x^3 - 198.4x\ln x$  ( $\mu\text{H}/\text{km}$ ),

则  $z_{mr}(x) = \omega[M_0(x)]_{x_A}^{x_B}$  ( $\Omega/\text{km}$ ), 相当于式 (6.2.4) 的第二项

$$\frac{[z_{mr}(x_B) - z_{mr}(x_A)]}{x_B - x_A} = z_{mr}(x) \quad (\Omega/\text{km}).$$

因在输电线路两侧，电流剩余分量磁感应影响，不存在相互抵消的问题，因此在计算时  $a$ 、 $a_A$ 、 $a_B$  在输电线路的任意侧都是正值。

#### 6.2.5 DL/T 5063—1996 的第 5.1.6 条。

中性点不直接接地系统的输电线路，当发生单相接地短路故障时尚可带故障运行 2h，此时非故障的相电压升高为线电压而表现为电压剩余分量，成为主要的干扰源。基于本条文说明中 6.2.1 的同一理由，电信线对输电线路不对称形成的干扰影响可以忽略，故只需考虑电压剩余分量等值干扰电压感应的噪声计电动势  $e_{TV}$ 。

#### 6.3.1 DL/T 5063—1996 的第 5.2.1 条。

《四部原则协议》对电报回路干扰只考虑输电线路电场的影响是不够全面的。1963~1978 年版《CCITT 导则》第 V 章 40 条、43 条指出，应考虑中性点直接接地系统的输电线路正常运行的电场和磁场影响，但仅在十分特殊的情况下，剩余电流产生的纵电动势大于电报回路工作电压 1/10，可能产生干扰时，才计算电磁影响。但实践证明电流分量产生的磁场对电报回路的干扰是不可忽视的，故推荐按式 (6.3.1) 计算。

电报传输有直流传输、频分复用（音频载报和插报）或时分复用（刚起步）等方式。由于线路损耗，使直流电报传输的距离受到一定限制，同时在一条幻线或实线电路上只能开通一路直流电报，是远不能满足要求的。为此在一路载波电话电路上再进行频分复用电报传输，即将电报机发出的直流电报信号分别调制成为不同频率的交流载波信号，利用载波电话电路传送到对方。故频分和时分复用电报可不考虑干扰。

“线一地”电报回路的直流传输方式在边远地区、县内及防汛等部门还时有应用，有单线制和单幻制两种回路形式，故应考虑干扰。

6.3.3 DL/T 5063—1996 的第 5.2.3 条。

输电线路在正常运行情况下的负荷电流（可取额定电流）及剩余电流将在“线—地”电报回路内分别感应一纵电动势。此纵电动势将在电报回路内产生干扰电流，而此干扰电流的大小取决于“线—地”电报回路的阻抗。

应用于“线—地”电报通信的电传机的工作电流一般为 40mA。因此，采取在电报回路内串接一可变电阻的方法以保证电报回路工作电流 40mA 的恒定性，这样即使“线—地”电报回路长度有异，但回路阻抗只取决于回路工作电压  $U_t$ （一般为 60V 或 120V）及工作电流  $I_t$ （40mA）。

6.3.4 DL/T 5063—1996 的第 5.2.4 条。

输电线路工频电流剩余分量与系统的运行情况和负荷性质有关，我国对该项试验数据较少。根据西北电力设计院在西北地区几条 330kV 输电线路及北京地区某 500kV 输电线路、西南某变电站等的测量（见表 7），初步表明：工频电流剩余分量一般小于工频电流的 1%。

表 7 工频剩余电流测试表

输电线路名称	测试时间	负荷性质	工频电流 A	剩余电流 A	剩余电流(%) 工频电流
330kV 花龙 I 回	1993.8.2	混合	550	3.19	0.58
330kV 花龙 II 回	1993.8.2	混合	440	5.1	1.16
330kV 花海 I 回	1993.8.4	混合	540	6.38	1.18
330kV 花海 II 回	1993.8.4	混合	350	1.276	0.365
330kV 花黄线	1993.8.4	整流	120	0.638	0.53
330kV 龙花 II 回线	1993.8.6	混合	460	4.9	1.07
330kV 黄花线	1993.8.10	整流	180	2.22	1.2
330kV 金韩线	1991.7.17	混合	160	0.734	0.459
110kV 金铝线	1991.7.18	整流	150	0.83	0.553

表 7（续）

输电线路名称		测试时间	负荷性质	工频电流 A	剩余电流 A	剩余电流 / 工频电流 (%)
西南某变电站	主变 110kV 侧	1985.11.15 上 午	照明 动力	320（三条 线路）	0.84	0.26
	主变 220kV 侧			520（三条 线路）	1.8	0.346
500kV 沙昌 I 回线		1993.10.12				
		14：20			1.663	0.519
		16：00		320	1.663	0.519
		16：40			1.329	0.415
注：混合负荷指整流电流占工频电流的 10%~30%，而大于 30%时属整流负荷。						

前苏联 1978 年版《通信设施遭受危险和干扰影响的防护》（邮电出版社，1980 年）提出：中性点直接接地的对称三相系统，其工频电流剩余分量如表 8 所示。

表 8 前苏联工频剩余电流测试统计表

负 荷 性 质	110kV	150kV~220kV	400kV~500kV	750kV
照明及动力	1.5	2.0	6.0	10.0
混 合	6.0	3.0	10.0	15.0
整 流	7.0	7.0	—	—

由表 9 看出，除 110kV 混合负荷的工频电流剩余分量较大外，按各种电压等级的自然功率考虑，电流剩余分量与负荷电流的比值一般在 0.5%~1.0%之间。因此在无实测数据的情况下，对于主要供照明及动力负荷，电流剩余分量可取额定电流的 0.5%；对于主要供整流负荷，电流剩余分量可取额定电流的 1.0%。

**6.3.5 DL/T 5063—1996 的第 5.2.5 条。**

1963~1978 年版《CCITT 导则》第 V 章 44 条规定：中性点不直接接地系统输电线路应考虑单相接地短路时的电场和磁场影响，但实际此时电场影响占主导地位（因剩余电压为线电压），故只考虑剩余分量电压感应。

## 7 防 护 措 施

由 DL 5033—1994 和 DL/T 5063—1996 第 6 章内容修订而成，主要增加了对光缆线路危险影响的防护措施。另外，对电缆芯线两终端已装设的避雷器等保安设备，尚应注意是否有足够的耐电流能力。

附 录 A

(规范性附录)

无限长接近线路互感阻抗计算

由 DL 5033—1994 的第 5.2.3 条、第 5.2.4 条和 DL/T 5063—1996 的附录 A 合编并修订而成，以便于本标准多处引用。

附 录 B

(规范性附录)

有限长平行接近线路互感系数计算

DL 5033—1994 的附录 A。



**附 录 C**  
**(规范性附录)**  
**屏蔽体磁屏蔽系数计算**

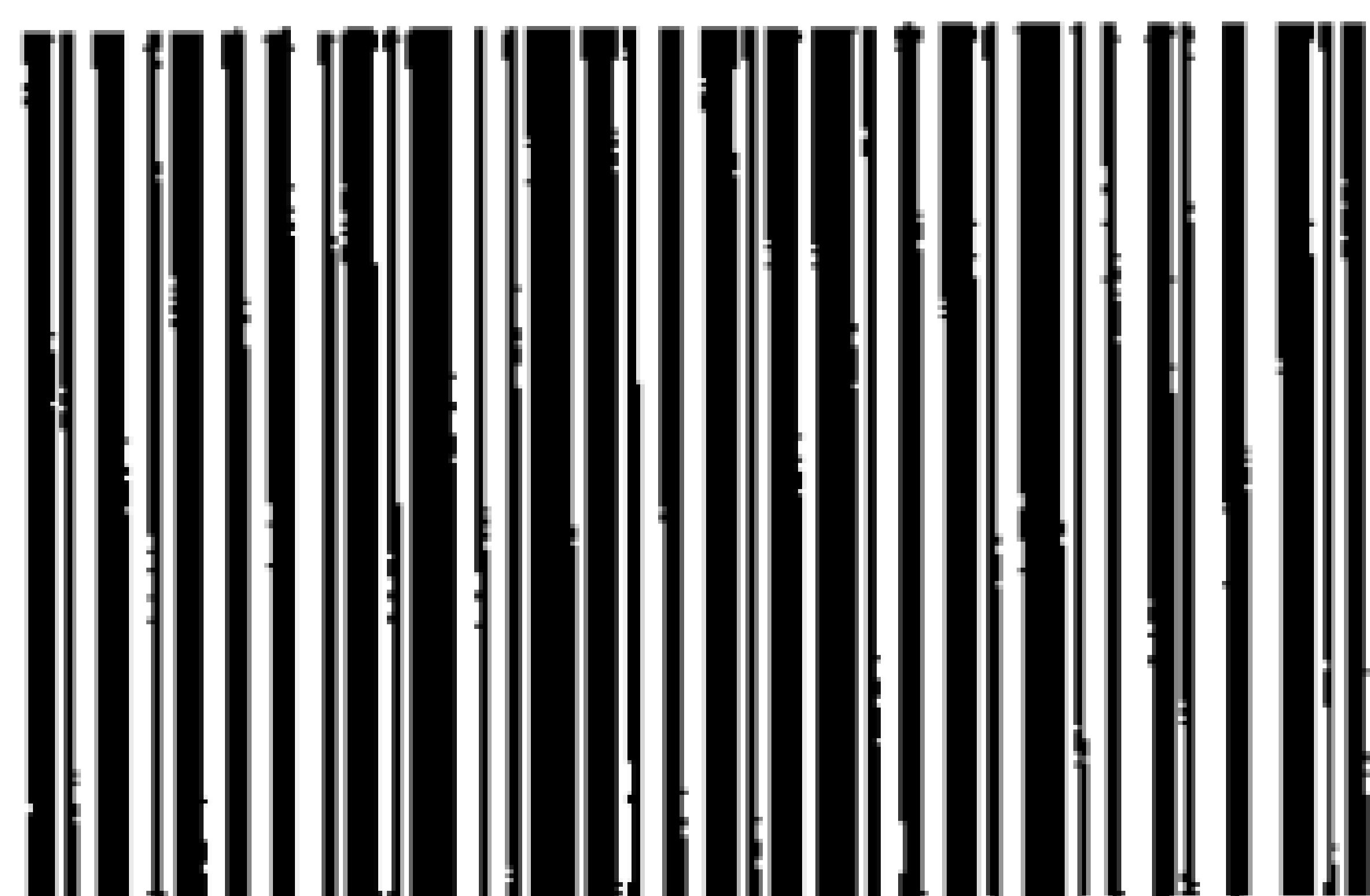
DL 5033—1994 的附录 C。

附 录 D  
(规范性附录)

放电器对地电压及其接地电阻计算

DL 5033—1994 的附录 B。

---



155083.1484

销售分类建议：规程规范

DL/T 5033—2006

中华人民共和国电力行业标准  
输电线路对电信线路危险和  
干扰影响防护设计规程  
DL/T 5033 — 2006

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)  
航远印刷有限公司印刷

\*

2006年9月第一版 2006年9月北京第一次印刷  
850毫米×1168毫米 32开本 3印张 76千字  
印数 0001—3000册

\*

版权专有 翻印必究  
(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 术语和定义 ..... 2

3 输电线路故障状态和电信回路工作状态 ..... 8

4 危险和干扰影响允许值 ..... 9

5 危险影响计算 ..... 13

6 干扰影响计算 ..... 21

7 防护措施 ..... 35

附录 A（规范性附录） 无限长接近线路互感阻抗计算 ..... 38

附录 B（规范性附录） 有限长平行接近线路互感系数计算 ..... 41

附录 C（规范性附录） 屏蔽体磁屏蔽系数计算 ..... 44

附录 D（规范性附录） 放电器对地电压及其接地电阻计算 ..... 55

条文说明 ..... 61

## 1 范 围

本标准规定了交流高压架空输电线路（简称输电线路）对电信线路危险和干扰影响允许值，给出了危险和干扰影响计算方法，提供了必要的参数，提出了防护措施。

本标准适用于 35kV 及以上三相交流架空输电线路对符合相关标准要求的电信线路的防护设计。

## 2 术 语 和 定 义

下列术语和定义适用于本标准。

### 2.0.1

**高可靠输电线路 high trustworthy power transmission lines**

中性点直接接地系统的输电线路，故障率低，一相接地短路故障电流持续时间短，大多数情况小于 0.2s，不超过 0.5s。

### 2.0.2

**中性点不直接接地系统 neutral point not direct grounded system**

变压器的中性点不接地或经消弧线圈、高阻抗接地的系统。

### 2.0.3

**中性点直接接地系统 neutral point direct grounded system**

变压器的中性点直接或经低阻抗接地的系统。

### 2.0.4

**电信线路 telecommunication lines**

架空明线、架空或埋地电缆、架空或埋地光缆等型式的通信线路，铁路信号电线路，有线广播电视（信号、馈电、用户）线路以及遥控遥信线路。

### 2.0.5

**铁路信号电线路 railway signal electrical lines**

传输铁路信号系统信息的电缆及架空明线，如继电半自动闭塞、自动闭塞方向电路、遥控线路、遥信线路及自动闭塞区间的轨道电路。

### 2.0.6

**自动闭塞方向电路 automatic obturate way circuit**

自动闭塞区段内，同一铁路上列车双方向运行时，用以确定

列车运行方向的电路。

## 2.0.7

**有线广播用户线** **broadcasting user's lines**

有线广播功率传输系统中，匹配变压器输出端与用户设备输入端之间的传输线。

## 2.0.8

**音频传输** **voice-frequency transmission**

音频信号不经模拟调制或数字编码过程，而直接在金属导线上进行传输。

## 2.0.9

**危险影响** **danger effects**

电信线路遭受输电线路感应产生的电压和电流，足以危害电信运行维护人员的生命安全；损坏电信线路或设备；引起构筑物火灾以及铁路信号设备误动而危及行车安全。

## 2.0.10

**干扰影响** **interference effects**

电信线路遭受输电线路电感应和磁感应产生的电压和电流足以影响电信回路的正常运行。

## 2.0.11

**接近** **adjacency**

电信线路与输电线路的相对位置，使输电线路的电磁影响在电信线路上可能产生危险或干扰时称为接近。

两线路接近距离的变化不超过其算术平均值的 5% 时，称为平行接近。超过 5% 时，且两线路接近距离呈线性增加或减少时（输电线路、电信线路均无转折点）称为斜接近。

## 2.0.12

**接近距离** **adjacent distance**

在电信线中心线上任意一点引伸到输电线路中心线，并与输电线路方向垂直的距离，用  $a$  表示，如图 2.0.12 所示。

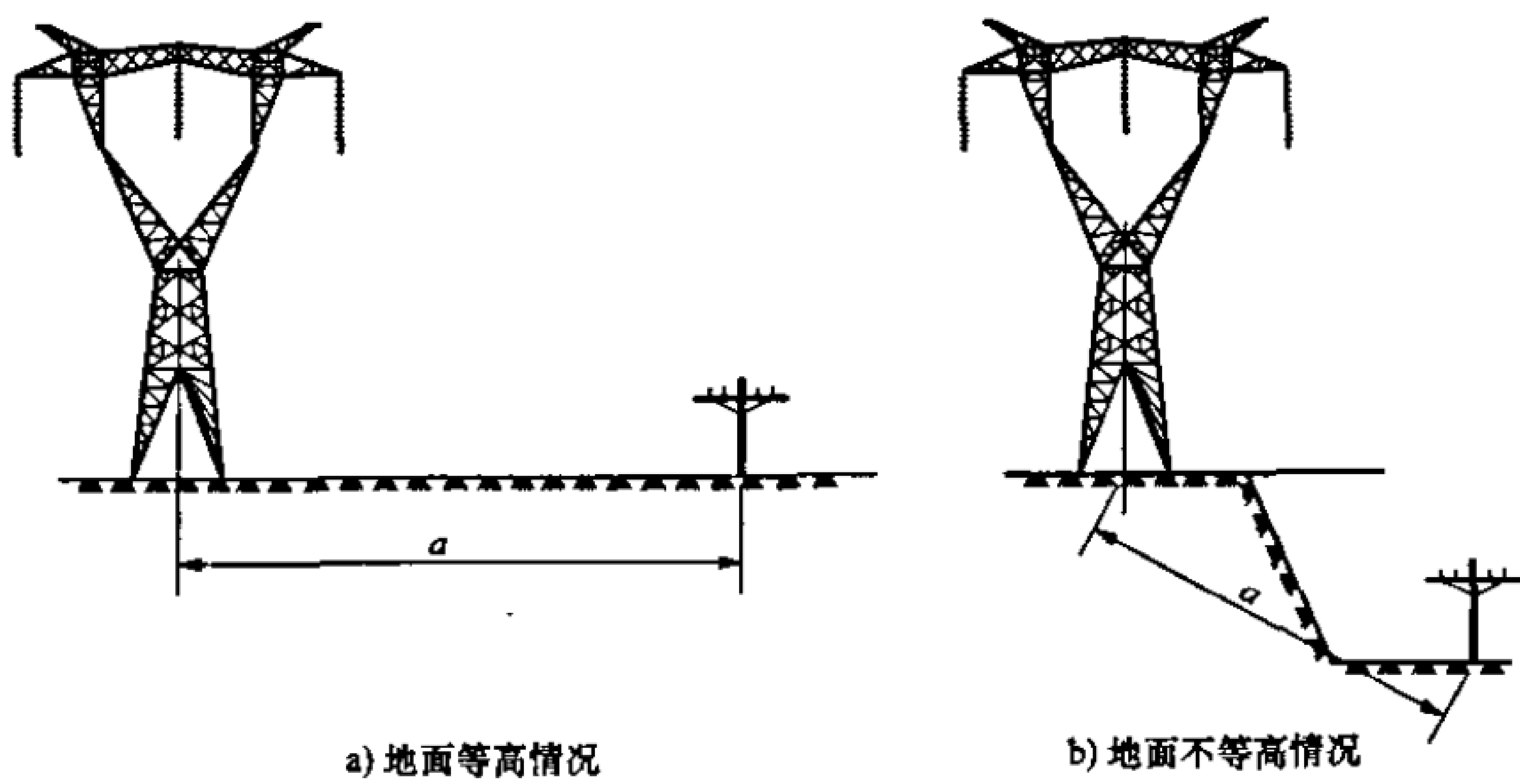


图 2.0.12 输电线路与电信线路接近示意图

2.0.13

等值距离    **equivalent distance**

斜接近段两端距离的比值为  $1/3 \leq (a_A/a_B) \leq 3$  时，可用等值距离  $a$  来计算，如图 2.0.13 所示

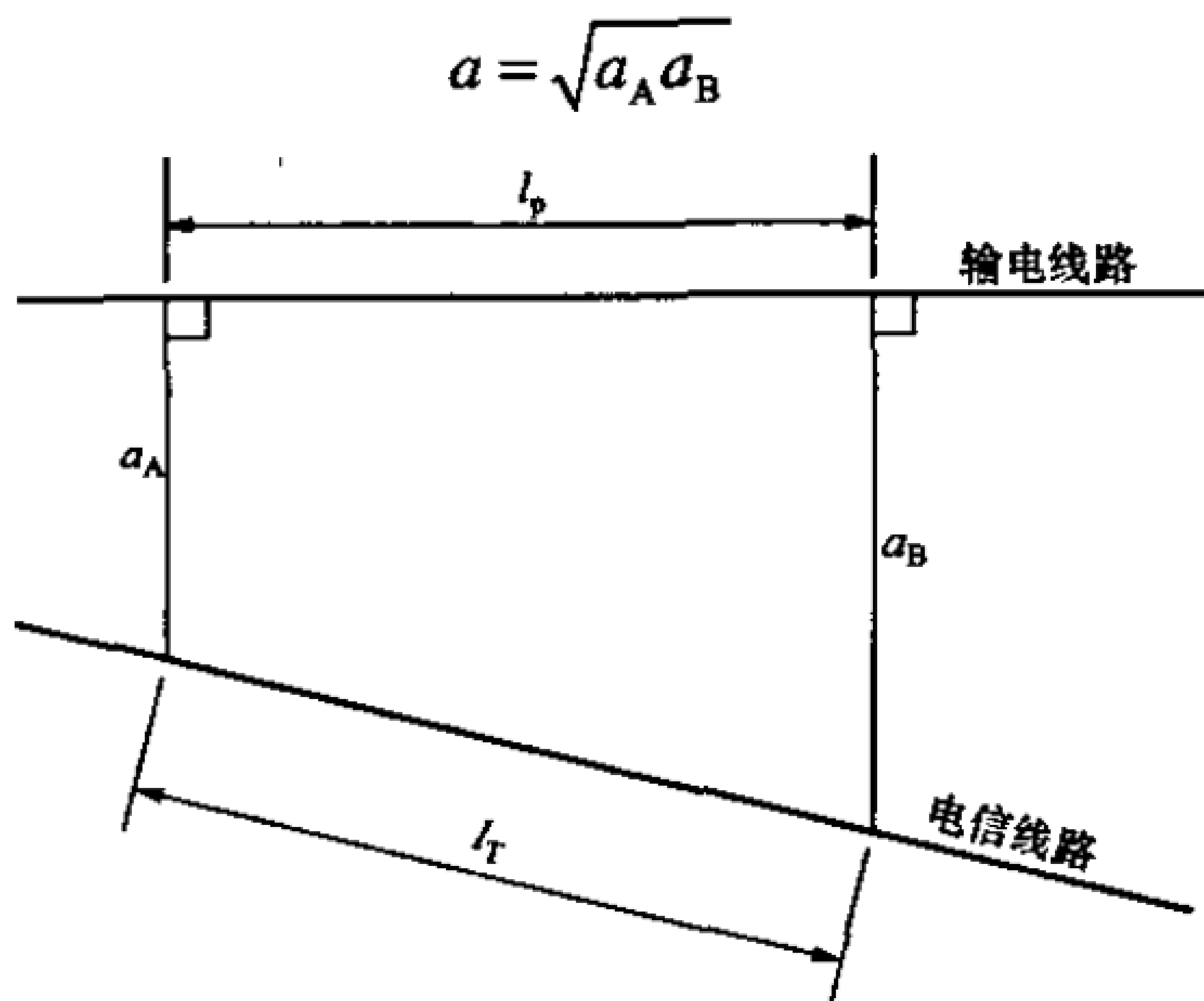


图 2.0.13 接近距离和接近长度示意图

$a_A$ 、 $a_B$ —分别为斜接近段两端的接近距离； $l_T$ —接近段的电信线路长度； $l_p$ —接近段长度