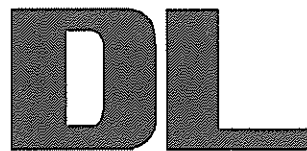


ICS 29.240.09

K 44

备案号: 37382-2012



# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1179 — 2012

---

## 1000kV 交流架空输电线路 工频参数测量导则

Guide for power frequency parameters measurement  
of 1000kV AC overhead transmission lines

2012-08-23 发布

2012-12-01 实施

---

国家能源局 发布



## 目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和符号	1
4 测量内容	2
5 基本要求	3
6 现场测量时的抗干扰措施	4
7 工频参数测量前试验项目	4
8 正序参数测量	7
9 零序参数测量	10
10 并行线路零序互阻抗和零序耦合电容测量	14
11 线路单位长度工频参数计算方法	16
12 试验设备与测量仪器	17
附录 A (资料性附录) 交流架空输电线路工频参数理论值	19

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 进行编写。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由特高压交流输电标准化技术工作委员会归口。

本标准起草单位：国家电网公司、河南省电力公司电力科学研究院、湖北省电力公司电力科学研究院、山西省电力公司电力科学研究院、陕西电力科学研究院、华东电力试验研究院。

本标准起草人：刘遵义、袁骏、吕中宾、卢明、王森、张致、吕铎、刘愈倬、张甲雷、张小庆、郭森。

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

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

## 引 言

本标准是根据《国家能源局关于下达 2010 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2010〕320 号）的安排制定的。

本标准主要是在总结 1000kV 交流架空输电线路工频参数实际测量经验的基础上，提出了 1000kV 交流架空输电线路工频参数测量的技术方法，可指导技术人员采取合适的方法以获得准确的工频参数测量结果，有利于保障人身和设备安全。

本标准主要规范了工频测量法。本标准没有包括所有可能的测量手段和测量方法。



# 1000kV 交流架空输电线路工频参数测量导则

## 1 范围

本标准规定了 1000kV 交流架空输电线路工频参数的工频测量技术方法。

本标准适用于 1000kV 交流架空输电线路工频参数的测量, 750kV 及以下交流架空输电线路工频参数的测量也可参考使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件, 其最新版本(包括所有的修改单)适用于本标准。

GB/T 1179—2008 圆线同心绞架空导线 (IEC 61089: 1991, MOD)

GB/T 2900.19 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合 (GB/T 2900.19—1994, IEC 60071-1: 1993, NEQ)

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分: 一般定义及试验要求 (GB/T 16927.1—2011, IEC 60060-1: 2006, MOD)

GB/T 16927.2 高电压试验技术 第二部分: 测量系统 (GB/T 16927.2—1997, IEC 60060-2: 1994, EQV)

## 3 术语和符号

### 3.1 术语和定义

GB/T 2900.19 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1.1

**工频法** power frequency method

对被试线路施加工频电源的输电线路工频参数测量方法。

在测试零序阻抗、零序导纳、零序互阻抗和零序耦合电容过程中采用工频法, 通过调整试验电源, 使电压和电流的幅值和相角发生变化, 利用电压相量变化量和电流相量变化量进行数据处理的方法称为工频变相量法。

#### 3.1.2

**异频法** different power frequency method

对被试线路施加非工频电源的输电线路工频参数测量方法。异频电源通常采用频率为 40、45、55Hz 和 60Hz。

#### 3.1.3

**首端** head of line

在输电线路参数测量过程中, 被试线路拟施加试验电源的一端。

#### 3.1.4

**末端** end of line

在输电线路参数测量过程中, 与首端相对应的被试线路的另一端。

#### 3.1.5

**单端测量** single-terminal measurement

在测量中仅测量首端数据的输电线路工频参数测量方法。

注: 该方法适用于正序参数及零序参数的测量。

## 3.1.6

**双端测量 double-terminal measurement**

在测量中同时测量首端及末端数据的输电线路工频参数测量方法。

注：该方法适用于正序参数、零序参数及回路之间参数的测量。

## 3.1.7

**单端测量  $\pi$  模型算法 calculation method of  $\pi$ -shape model for single-terminal measurement**

仅测量首端数据，分别在正序和零序线路  $\pi$  模型中，考虑阻抗与导纳之间相互影响的一种数据处理方法。

注：该方法适用于正序参数及零序参数测量数据的处理。

## 3.1.8

**双端同步测量算法 calculation method of wide area double-terminal synchronous measurement**

同时测量首端及末端数据，分别在正序和零序线路  $\pi$  模型中，考虑阻抗与导纳之间相互影响的一种数据处理方法。

注：该方法适用于正序参数、零序参数及回路之间参数测量数据的处理。

## 3.1.9

**变异系数 coefficient of variation**

在测量计算某一参数  $X$  时，规定参数  $X$  的测量计算变异系数（百分数）为

$$\eta\% = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$\eta\%$  ——参数  $X$  的测量计算变异系数（百分数）；

$\bar{X}$  ——参数的测量计算均值， $\bar{X} = \sum_{i=1}^N X_i / N$ ；

$X_i$  ——不同试验状态的测量计算值， $i=1, 2, \dots, N$ ；

$N$  ——参数  $X$  的试验状态个数，一般  $N \geq 3$ 。

## 3.2 符号、代号和缩略语

TA——电流互感器；

TV——电压互感器；

$U_s$ ——试验电源。

## 4 测量内容

## 4.1 线路工频参数测量前试验项目

线路工频参数测量前试验项目包括：

- a) 感应电压（电磁感应电压和静电感应电压）、接地电流测量。
- b) 核对相别、绝缘电阻及直流电阻测量。

## 4.2 线路工频参数测量项目

线路工频参数测量项目包括：

- a) 正序阻抗、零序阻抗、正序电容、零序电容。

注：通常情况下，正序电导、零序电导可以忽略不计。

- b) 多回同杆或并行线路测量项目还包括回路之间的零序互阻抗和零序耦合电容。



## 5 基本要求

### 5.1 安全措施

5.1.1 使用绝缘鞋、绝缘手套、绝缘垫及其他防护手段。

5.1.2 测量现场及沿线有雨、雪、雷电活动时应停止测量。

5.1.3 在试验过程中，不做测量时引下线应可靠接地，保证人员与设备的安全。

5.1.4 针对不同性质的干扰和不同的测量项目，宜采取相应的安全保护措施，如测量正序参数时试验电源中性点接地，测量绝缘电阻时首端并接电容器等措施。

5.1.5 试验接线工作应在被试线路接地的情况下进行，防止感应电压触电。所有引线应有足够的截面，且连接牢靠。测量用导线应能耐受试验电压或用绝缘带悬挂。

5.1.6 1000kV 交流架空输电线路一般情况下距离较长，沿途与多条交流输电线路平行或交叉跨越，可能产生较大感应电压。试验时，被试线路电磁感应电压不应超过 1000V。

如果电磁感应电压超过 1000V，则需要停运对被试线路电磁感应电压影响严重的距离较近且并行距离较长的其他线路，直至满足要求。

5.1.7 试验应按照 GB/T 16927.1、GB/T 16927.2 的相关要求进行。

### 5.2 并行线路的影响

#### 5.2.1 并行线路对零序阻抗测量的影响

并行线路两端的接地方式会对被试线路零序阻抗的测量结果产生影响。在测试线路零序阻抗时，并行线路宜保持开路状态。

#### 5.2.2 并行线路对零序电容测量的影响

并行线路两端的接地方式会对被试线路零序电容的测量结果产生影响，因此零序电容测量结果应扣除相应影响。

a) 并行线路两端接地，则：

$$C_{10} = C_{0D} - C_{II-I} \quad (2)$$

式中：

$C_{10}$  ——被试线路的零序电容， $\mu\text{F}$ ；

$C_{0D}$  ——被试线路在并行线路两端接地时测量到的电容， $\mu\text{F}$ ；

$C_{II-I}$  ——并行线路间的零序耦合电容， $\mu\text{F}$ 。

b) 并行线路两端开路，则：

$$C_{10} = C_{0K} - \left( \frac{1}{C_{II-I}} + \frac{1}{C_{II0}} \right)^{-1} \quad (3)$$

式中：

$C_{10}$  ——被试线路的零序电容， $\mu\text{F}$ ；

$C_{0K}$  ——被试线路在并行线路两端开路时测量到的电容， $\mu\text{F}$ ；

$C_{II-I}$  ——并行线路间的零序耦合电容， $\mu\text{F}$ ；

$C_{II0}$  ——并行线路的零序电容， $\mu\text{F}$ 。

### 5.3 温度、湿度的影响

温度、湿度对电阻、电容及绝缘电阻的测量结果会产生影响。

测量时应记录被试线路两端的温、湿度和气候条件，便于对测量结果进行分析。

### 5.4 关于测量结果可信度的判断

变异系数是测量计算结果可信的必要条件，即变异系数越大，测量计算结果越不可信；正序电阻、

正序电抗、正序电容、零序电阻、零序电抗、零序电容、零序互阻抗电阻、互感抗和零序耦合电容的变异系数不宜大于 5%。

## 6 现场测量时的抗干扰措施

### 6.1 基波测量

测量线路工频参数时，仪器测量的数据含有非基波分量，采用基波分量进行数据处理，可减少谐波量的影响。

### 6.2 工频变相量法

测量线路工频参数时，输电线路干扰电压（即零序电磁感应电压）的大小及相位，取决于邻近运行输电线路所产生的电磁感应。当所有邻近运行输电线路在一个同步电网时，可以认为在较短时间内被试线路的干扰电压不变，利用工频变相量法可以消除干扰电压对零序参数测量的影响。

### 6.3 异频法

一般，异频法是抗工频干扰较为理想的一种方法。

采用异频法的试验测量装置，其输出功率和电压应与被试线路的长度和特性匹配，保证测量精度。数据处理算法应考虑线路阻抗与导纳之间的相互影响，并考虑线路参数的分布特性。

### 6.4 并联补偿法

测量线路工频参数时，如果输电线路的干扰电压变化不定时，利用并联补偿法可以降低干扰电压对测量结果的影响。

如果变化不定的干扰电压幅值较大，采取并联补偿法后仍无法保证测量精度时，则应考虑采用异频法或停运产生干扰的邻近运行输电线路。

## 7 工频参数测量前试验项目

### 7.1 感应电压测量

#### 7.1.1 电磁感应电压

被试线路末端三相接地，用电压表通过分压器分别测量各相对地电磁感应电压。电磁感应电压测量示意图如图 1 所示。

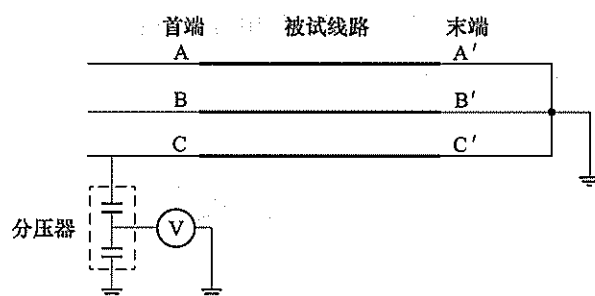


图 1 电磁感应电压测量示意图

#### 7.1.2 静电感应电压

试验前，首先将被试线路两端接地充分放电，以释放因线路电容积累的静电荷。

被试线路两端接地解除后，用静电电压表等高阻抗表计分别测量各相对地静电感应电压。静电感应电压测量示意图如图 2 所示。

### 7.2 接地电流测量

被试线路末端三相接地，首端测量相通过电流测量装置接地，分别测量各相接地电流。接地电流测量示意图如图 3 所示。

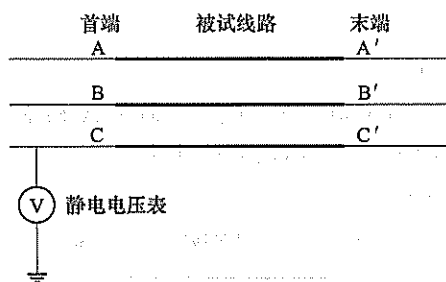


图2 静电感应电压测量示意图

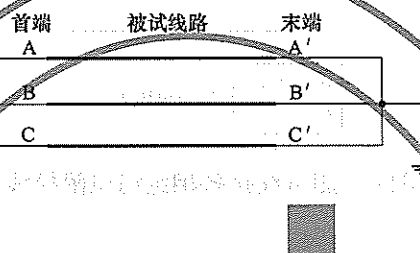


图3 接地电流测量示意图

### 7.3 核对相别

#### 7.3.1 绝缘电阻表核对相别

用绝缘电阻表核对线路两端相别，测量方法如下：

- A相末端接地，其余悬空。首端分别对三相测绝缘，绝缘为零者为A相（接线方式如图4所示）。
- B相末端接地，其余悬空。首端分别对三相测绝缘，绝缘为零者为B相。
- C相末端接地，其余悬空。首端分别对三相测绝缘，绝缘为零者为C相。

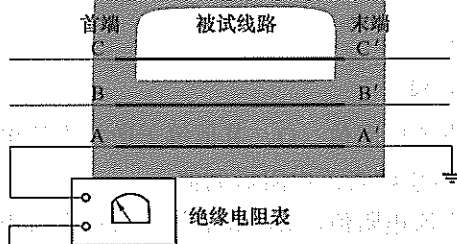


图4 用绝缘电阻表核对相别接线示意图

#### 7.3.2 直流电流核对相别

当电磁感应电压较高无法用绝缘电阻表核对相别时，可采用直流电流核对相别。

- A相末端接地，其余悬空。首端施加直流电源，有直流电流者为A相（接线方式如图5所示）。
- B相末端接地，其余悬空。首端施加直流电源，有直流电流者为B相。
- C相末端接地，其余悬空。首端施加直流电源，有直流电流者为C相。

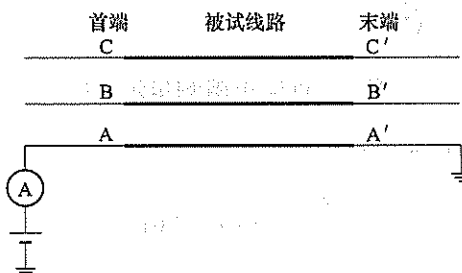


图5 用直流电流核对相别接线示意图

#### 7.4 绝缘电阻测量

试验前线路末端三相均应充分放电并悬空。

打开 A 相接地线，用 5000V 或 10 000V 绝缘电阻表测量 A 相绝缘电阻（接线方式如图 6 所示）及 A 相对 B 相、A 相对 C 相的绝缘电阻，测量后恢复接地线。

其余两相测量方法与 A 相测量方法类似。

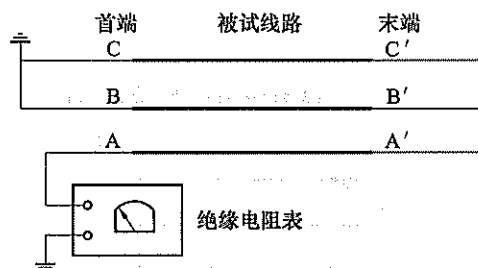


图 6 测量线路各相绝缘电阻接线示意图

#### 7.5 直流电阻测量

线路首端开路，末端三相短路接地，A、B 相加直流电压  $U_{AB}$ （接线方式如图 7 所示），测电流  $I_{AB}$ 。逐次测量 BC 相和 CA 相，则：

$$R_A = (R_{AB} + R_{CA} - R_{BC})/2 \quad (4)$$

$$R_B = (R_{AB} + R_{BC} - R_{CA})/2 \quad (5)$$

$$R_C = (R_{BC} + R_{CA} - R_{AB})/2 \quad (6)$$

式中：

$R_A$  ——A 相的直流电阻值， $\Omega$ ；

$R_B$  ——B 相的直流电阻值， $\Omega$ ；

$R_C$  ——C 相的直流电阻值， $\Omega$ ；

$R_{AB}$  ——A、B 两相串联的直流电阻值， $\Omega$ ，其值等于所加直流电压  $U_{AB}$  (V) 与测量电流  $I_{AB}$  (A) 的比值再扣除首末端引线直流电阻后的值；

$R_{BC}$  ——B、C 两相串联的直流电阻值， $\Omega$ ，其值等于所加直流电压  $U_{BC}$  (V) 与测量电流  $I_{BC}$  (A) 的比值再扣除首末端引线直流电阻后的值；

$R_{CA}$  ——C、A 两相串联的直流电阻值， $\Omega$ ，其值等于所加直流电压  $U_{CA}$  (V) 与测量电流  $I_{CA}$  (A) 的比值再扣除首末端引线直流电阻后的值。

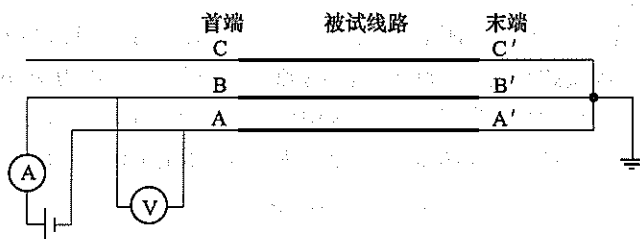


图 7 直流电阻测量示意图

应将测量结果折算至 20℃ 的直流电阻：

$$R_{A20} = \frac{R_A}{1 + (t - 20)\beta} \quad (7)$$

式中：

$t$  ——首末端平均温度，℃；

$\beta$ ——被试线路的电阻温升系数,  $1/^{\circ}\text{C}$ , 对于铝,  $\beta=0.0036 (1/^{\circ}\text{C})$ 。

$R_{B20}$ 、 $R_{C20}$  测量结果的折算方法同  $R_{A20}$ 。

## 8 正序参数测量

### 8.1 正序阻抗测量

#### 8.1.1 单端法

末端三相短路, 在首端施加三相正序电压 (接线方式如图 8 所示), 测量首端电压、首端电流、频率, 计算相应电压、电流基波正序相量。

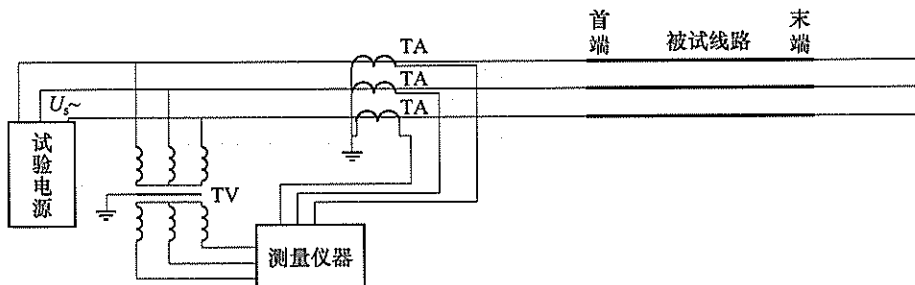


图 8 正序阻抗测量示意图（单端法）

一般情况下应升至试验系统最大电流, 以最大限度地利用试验系统的容量来提高信噪比, 在降压过程中读取若干组数据用于计算分析。

#### 8.1.2 双端法

末端三相短路, 在首端施加三相正序电压, 首末端同步测量录波 (接线方式如图 9 所示)。测量首端电压、首端电流、频率、末端电流, 计算相应电压、电流基波正序相量。其他参见 8.1.1。

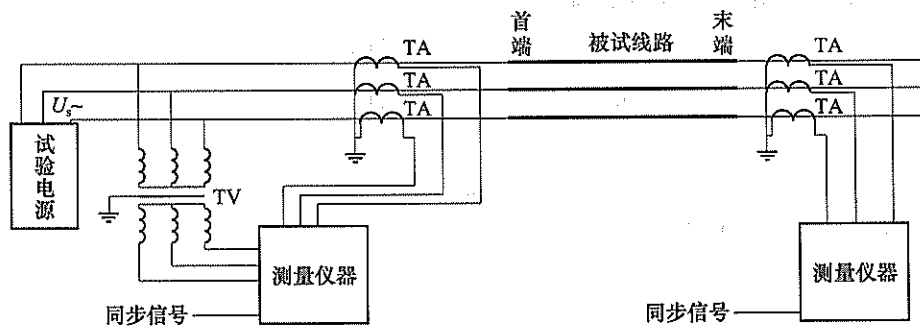


图 9 正序阻抗测量示意图（双端法）

## 8.2 正序导纳测量

### 8.2.1 单端法

末端三相开路, 在首端施加三相正序电压 (接线方式如图 10 所示), 测量首端电压、首端电流、频率, 计算相应电压、电流基波正序相量。

一般情况下应升至试验系统最高电压, 以最大限度地利用试验系统的容量来提高信噪比, 在降压过程中读取若干组数据用于计算分析。

### 8.2.2 双端法

末端三相开路, 在首端施加三相正序电压, 首末端同步测量录波 (接线方式如图 11 所示)。测量首端电压、首端电流、频率、末端电压, 计算相应电压、电流基波正序相量。其他参见 8.2.1。

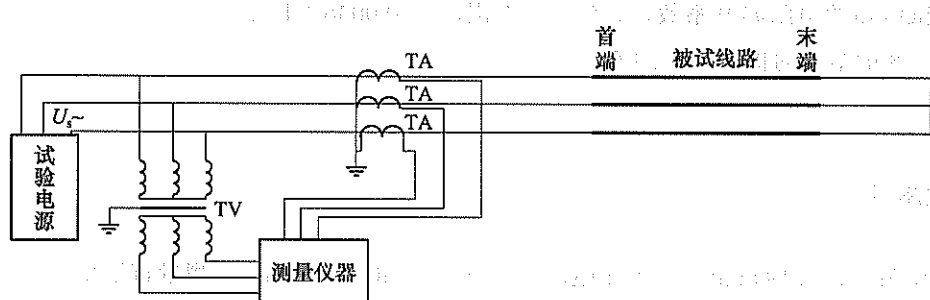


图 10 正序导纳测量示意图（单端法）

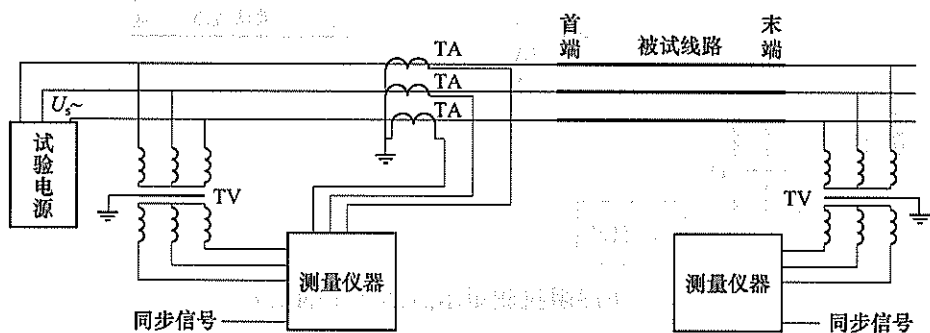


图 11 正序导纳测量示意图（双端法）

### 8.3 测量数据处理

#### 8.3.1 单端测量 $\pi$ 模型计算法

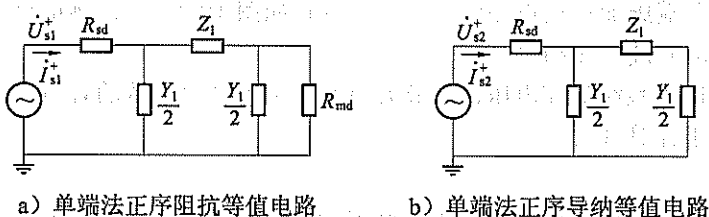
正序参数的单端测量等值电路如图 12 所示。图中  $\dot{U}_{s1}^+$  和  $\dot{I}_{s1}^+$  分别为正序阻抗测量（单端法，见图 8）时，首端测量的正序电压基波相量和正序电流基波相量； $\dot{U}_{s2}^+$  和  $\dot{I}_{s2}^+$  分别为正序导纳测量（单端法，见图 10）时，首端测量的正序电压基波相量和正序电流基波相量； $Z_1$  为正序阻抗， $Y_1$  为正序导纳。图中：

$$R_{sd} = R_{sd20} [1 + (t_{sd} - 20)\beta] \quad (8)$$

$$R_{md} = R_{md20} [1 + (t_{md} - 20)\beta] \quad (9)$$

式中：

- $R_{sd}$ ——首端单相引线在首端温度下的交流电阻， $\Omega$ ；
- $R_{md}$ ——末端至中性点单相引线在末端温度下的交流电阻， $\Omega$ ；
- $R_{sd20}$ ——首端单相引线 20℃ 时的交流电阻， $\Omega$ ；
- $R_{md20}$ ——末端至中性点单相引线 20℃ 时的交流电阻， $\Omega$ ；
- $t_{sd}$ ——首端温度，℃；
- $t_{md}$ ——末端温度，℃；
- $\beta$ ——试验引线的电阻温升系数，1/℃，对于铜， $\beta = 0.00382$  (1/℃)。



a) 单端法正序阻抗等值电路

b) 单端法正序导纳等值电路

图 12 正序参数的单端测量等值电路

由图 12 可得:

$$\left. \begin{aligned} x + y &= b_2 \\ [R_{\text{md}} - b_1(1 + R_{\text{md}}b_2)]y^2 + 2y - b_2 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

式中:

$b_1$  ——中间变量,  $b_1 = \dot{U}_{s1}^+ / \dot{I}_{s1}^+ - R_{\text{sd}}$ ;

$b_2$  ——中间变量,  $b_2 = (\dot{U}_{s2}^+ / \dot{I}_{s2}^+ - R_{\text{sd}})^{-1}$ ;

$x$  ——中间变量,  $x = (Z_1 + 2/Y_1)^{-1}$ ;

$y$  ——中间变量,  $y = Y_1/2$ 。

求解方程组 (10), 可求出  $x, y$ , 进而可求出  $Z_1$  和  $Y_1$ 。

### 8.3.2 双端同步测量算法

#### 8.3.2.1 正序导纳

与图 11 对应的正序导纳双端同步测量等值电路如图 13 所示。

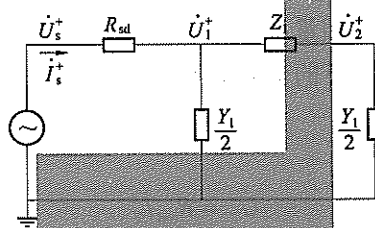


图 13 正序导纳双端同步测量等值电路

由图 13 可得正序导纳:

$$Y_1 = \frac{2\dot{I}_s^+}{\dot{U}_1^+ + \dot{U}_2^+} \quad (11)$$

式中:

$Y_1$  ——正序导纳, S;

$\dot{I}_s^+$  ——首端测量的正序电流基波相量, A;

$\dot{U}_2^+$  ——末端测量的正序电压基波相量, V;

$\dot{U}_1^+$  ——首端引线与被试线路接点处正序电压基波相量, V。

$$\dot{U}_1^+ = \dot{U}_s^+ - R_{\text{sd}}\dot{I}_s^+ \quad (12)$$

式中:

$\dot{U}_s^+$  ——首端测量的正序电压基波相量, V;

$R_{\text{sd}}$  ——首端单相引线在首端温度下的交流电阻,  $\Omega$ 。

#### 8.3.2.2 正序阻抗

与图 9 对应的正序阻抗双端同步测量等值电路如图 14 所示。

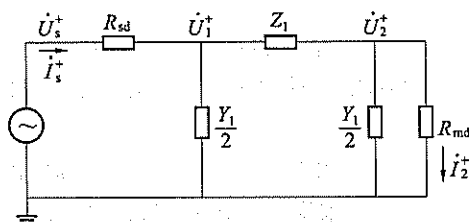


图 14 正序阻抗双端同步测量等值电路

由图 14 可得正序阻抗:

$$Z_1 = \frac{\dot{U}_1^+ - \dot{U}_2^+}{\dot{I}_s^+ - 0.5Y_1\dot{U}_1^+} \quad (13)$$

式中:

$Z_1$  ——正序阻抗,  $\Omega$ ;

$\dot{U}_1^+$  ——首端引线与被试线路接点处正序电压基波相量, V;

$\dot{U}_2^+$  ——末端引线与被试线路接点处正序电压基波相量, V;

$\dot{I}_s^+$  ——首端测量的正序电流基波相量, A;

$Y_1$  ——正序导纳, S, 由式 (11) 计算得出。

$\dot{U}_1^+$  可由式 (14) 确定。

$$\dot{U}_1^+ = \dot{U}_s^+ - R_{sd}\dot{I}_s^+ \quad (14)$$

式中:

$\dot{U}_s^+$  ——首端测量的正序电压基波相量, V;

$R_{sd}$  ——首端单相引线在首端温度下的交流电阻,  $\Omega$ 。

$\dot{U}_2^+$  可由式 (15) 确定。

$$\dot{U}_2^+ = R_{md}\dot{I}_2^+ \quad (15)$$

式中:

$R_{md}$  ——末端至中性点单相引线在末端温度下的交流电阻,  $\Omega$ ;

$\dot{I}_2^+$  ——末端测量的正序电流基波相量, A。

## 8.4 正序电容

正序电容计算公式为

$$C_1 = \frac{\text{Im}(Y_1)}{2\pi f} \times 10^6 \quad (16)$$

式中:

$C_1$  ——正序电容,  $\mu\text{F}$ ;

$\text{Im}(Y_1)$  ——正序导纳  $Y_1$  的虚部, S;

$f$  ——试验电源频率, Hz。

## 9 零序参数测量

### 9.1 零序阻抗测量

#### 9.1.1 单端法

末端三相短路接地, 将被试线路首端三相短接一起, 始终以固定的 220V 电源电压为参考电压信号引入测录装置, 轮相施加单相工频电源 (接线方式如图 15 所示)。测量首端电压、首端电流、频率, 计算出相应电压、电流基波相量。

调压器接通 A 相电源, 一般情况下应升至试验系统最大电流, 以最大限度利用试验系统的容量来提高信噪比, 在降压过程中读取若干组数据用于计算分析。调压器依次接通 B、C 相电源, 重复上述试验。

#### 9.1.2 双端法

末端三相短路接地, 将被试线路首端三相短接一起, 始终以固定的 220V 电源电压为参考电压信号引入测录装置, 轮相施加单相工频电源, 首末端同步测量录波 (接线方式如图 16 所示)。测量首端电压、首端电流、频率、末端电流, 计算出相应电压、电流的基波相量。其他参见 9.1.1。



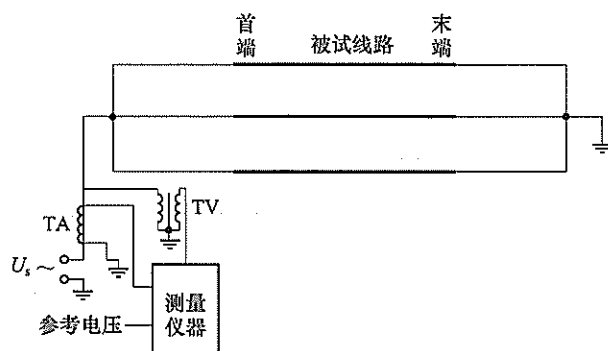


图 15 零序阻抗测量示意图（单端法）

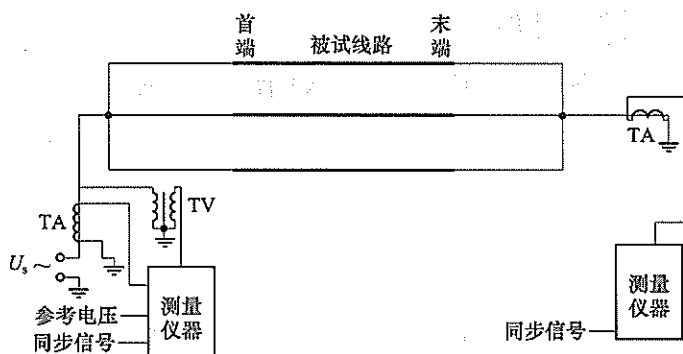


图 16 零序阻抗测量示意图（双端法）

## 9.2 零序导纳测量

### 9.2.1 单端法

末端三相开路，始终以固定的 220V 电源电压为参考电压信号引入测录装置，轮相施加单相工频电源（接线方式如图 17 所示）。测量首端电压、首端电流、频率，计算出相应电压、电流基波相量。

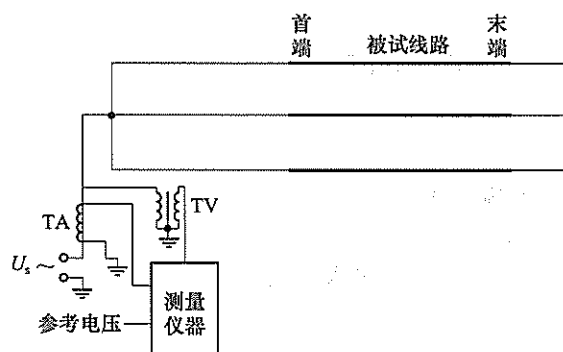


图 17 零序导纳测量示意图（单端法）

调压器接通 A 相电源，一般情况下应升至试验系统最高电压，以最大限度利用试验系统的容量来提高信噪比，在降压过程中读取若干组数据用于计算分析。调压器依次接通 B、C 相电源，重复上述试验。

### 9.2.2 双端法

末端三相开路，始终以固定的 220V 电源电压为参考电压信号引入测录装置，轮相施加单相工频电源，首末端同步测量录波（接线方式如图 18 所示）。测量首端电压、首端电流、频率、末端电压，计算出相应电压、电流基波相量。其他参见 9.2.1。

## 9.3 测量数据处理

### 9.3.1 单端测量 $\pi$ 模型算法

零序参数的单端测量等值电路如图 19 所示。图中  $\Delta \dot{U}_{s1}$ 、 $\Delta \dot{U}_{s2}$ 、 $\Delta \dot{i}_{s1}$  和  $\Delta \dot{i}_{s2}$  分别为首端三相短接后，

轮流施加单相电源且末端三相短接接地（单端法，见图 15）或末端三相断开（单端法，见图 17）时，在首端测量计算出的电压基波相量变化量和总电流基波相量变化量的 1/3； $Z_0$  为零序阻抗， $Y_0$  为零序导纳。

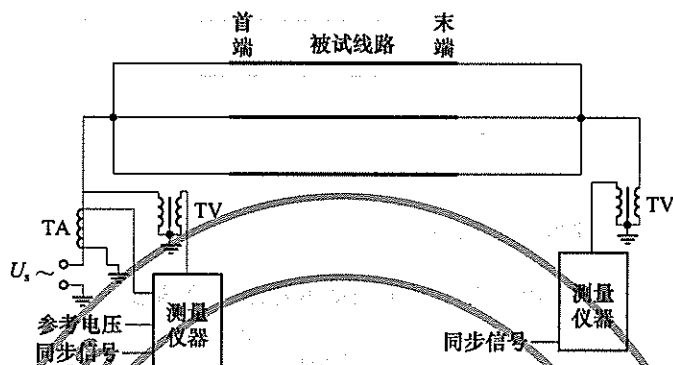


图 18 零序导纳测量示意图（双端法）

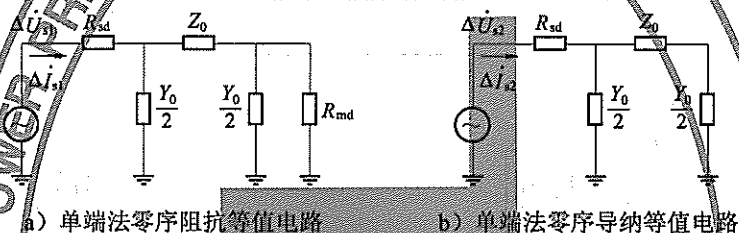


图 19 零序参数的单端测量等值电路

由图 19 可得：

$$\left. \begin{aligned} x + y &= b_2 \\ [R_{md} - b_1(1 + R_{md}b_2)]y^2 + 2y - b_2 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

式中：

$b_1$ ——中间变量， $b_1 = \Delta \dot{U}_{s1} / \Delta \dot{I}_{s1} - R_{sd}$ ；

$b_2$ ——中间变量， $b_2 = (\Delta \dot{U}_{s2} / \Delta \dot{I}_{s2} - R_{sd})^{-1}$ ；

$x$ ——中间变量， $x = (Z_0 + 2/Y_0)^{-1}$ ；

$y$ ——中间变量， $y = Y_0/2$ ；

$R_{sd}$ ——首端单相引线在首端温度下的交流电阻， $\Omega$ ；

$R_{md}$ ——末端至中性点单相引线在末端温度下的交流电阻， $\Omega$ 。

求解方程组 (17)，可求出  $x$ 、 $y$ ，进而可求出  $Z_0$  和  $Y_0$ 。

### 9.3.2 双端同步测量算法

#### 9.3.2.1 零序导纳

与图 18 对应的零序导纳双端同步测量等值电路如图 20 所示。

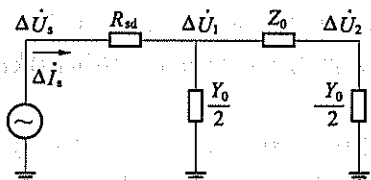


图 20 零序导纳双端同步测量等值电路

则零序导纳为

$$Y_0 = \frac{2\Delta \dot{I}_s}{\Delta \dot{U}_1 + \Delta \dot{U}_2} \quad (18)$$

式中:

$Y_0$  ——零序导纳, S;

$\Delta \dot{I}_s$  ——首端测量总电流基波相量变化量的 1/3, A;

$\Delta \dot{U}_2$  ——末端电压基波相量变化量, V;

$\Delta \dot{U}_1$  ——首端引线与被试线路接点处电压基波相量变化量, V。

$$\Delta \dot{U}_1 = \Delta \dot{U}_s - R_{sd} \Delta \dot{I}_s \quad (19)$$

式中:

$\Delta \dot{U}_s$  ——首端测量计算出的电压基波相量变化量, V;

$R_{sd}$  ——首端单相引线在首端温度下的交流电阻,  $\Omega$ 。

### 9.3.2.2 零序阻抗

与图 16 对应的零序阻抗双端同步测量等值电路如图 21 所示。

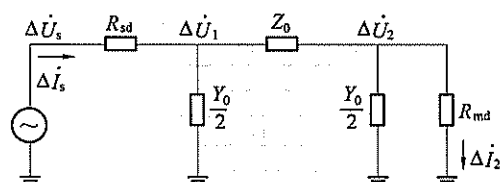


图 21 零序阻抗双端同步测量等值电路

则零序阻抗为

$$Z_0 = \frac{\Delta \dot{U}_1 - \Delta \dot{U}_2}{\Delta \dot{I}_s - 0.5 Y_0 \Delta \dot{U}_1} \quad (20)$$

式中:

$Z_0$  ——零序阻抗,  $\Omega$ ;

$\Delta \dot{U}_1$  ——首端引线与被试线路接点处电压基波相量变化量, V;

$\Delta \dot{U}_2$  ——末端引线与被试线路接点处电压基波相量变化量, V;

$\Delta \dot{I}_s$  ——首端测量计算出的总电流基波相量变化量的 1/3, A;

$Y_0$  ——零序导纳, S, 由式 (18) 计算得出。

$\Delta \dot{U}_1$  可由式 (21) 确定。

$$\Delta \dot{U}_1 = \Delta \dot{U}_s - R_{sd} \Delta \dot{I}_s \quad (21)$$

式中:

$\Delta \dot{U}_s$  ——首端测量计算出的电压基波相量变化量, V;

$R_{sd}$  ——首端单相引线在首端温度下的交流电阻,  $\Omega$ 。

$\Delta \dot{U}_2$  可由式 (22) 确定。

$$\Delta \dot{U}_2 = R_{md} \Delta \dot{I}_2 \quad (22)$$

式中:

$R_{md}$  ——末端至中性点单相引线在末端温度下的交流电阻,  $\Omega$ ;

$\Delta \dot{I}_2$  ——末端测量计算出的电流基波相量变化量, 是末端测量总电流基波相量变化量的 1/3, A。

## 9.4 零序电容

零序电容计算公式为

$$C_0 = \frac{\text{Im}(Y_0)}{2\pi f} \times 10^6 \quad (23)$$

式中:

$C_0$  ——零序电容,  $\mu\text{F}$ ;

$\text{Im}(Y_0)$  ——零序导纳  $Y_0$  的虚部, S;

$f$  ——试验电源频率, Hz。

## 10 并行线路零序互阻抗和零序耦合电容测量

### 10.1 零序互阻抗测量

#### 10.1.1 测量方法

始终以固定的 220V 电源电压为参考电压信号引入测录装置, 线路 I 回轮相加试验电源, 首末端同步测量录波 (接线方式如图 22 所示)。测量 I 回首端电流、II 回首端电压、频率和 I 回末端电流, 并计算出相应基波相量。

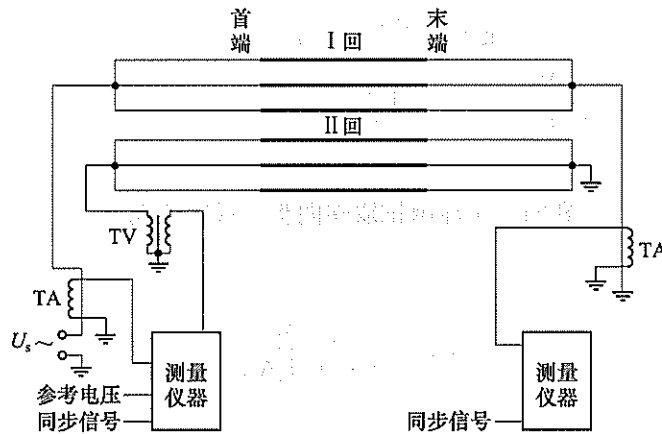


图 22 零序互阻抗测量示意图

#### 10.1.2 双端同步测量算法

与图 22 对应的零序互阻抗双端同步测量等值电路如图 23 所示。

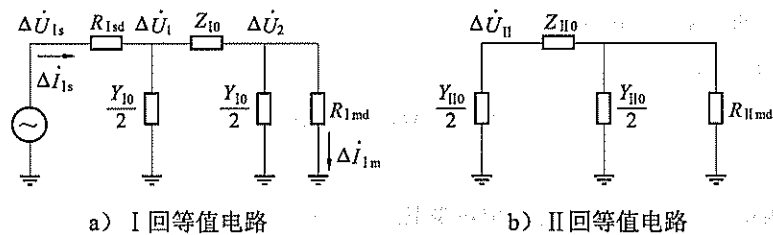


图 23 零序互阻抗双端同步测量等值电路

图中  $\Delta\dot{U}_{I_s}$  和  $\Delta\dot{I}_{I_s}$  分别为在 I 回首端轮相施加电源且末端三相短接接地时, 在首端测量计算出的加压回路电压基波相量变化量和总电流基波相量变化量的 1/3。定义零序互阻抗为

$$Z_{II-I} = \frac{\Delta\dot{U}_{II}}{\Delta\dot{I}_{I_s}} \quad (24)$$

式中:

$Z_{II-I}$  —— I、II 回线路之间零序互阻抗,  $\Omega$ ;

$\Delta\dot{U}_{II}$  —— II 回首端试验引线与被试线路接点处感应电压基波相量变化量, V;

$\Delta\dot{I}_{I_s}$  —— I 回线路首末端相电流基波相量变化量平均值, A。

$$\Delta \dot{I}_1 = \frac{\Delta \dot{I}_{1s} + \Delta \dot{I}_{1m}}{2} \quad (25)$$

式中：

$\Delta \dot{I}_{1s}$  —— I 回首端测量计算出的总电流基波相量变化量的 1/3，A；

$\Delta \dot{I}_{1m}$  —— I 回末端测量计算出的总电流基波相量变化量的 1/3，A。

## 10.2 零序耦合电容测量

### 10.2.1 测量方法

始终以固定的 220V 电源电压为参考电压信号引入测录装置，线路 I 回轮相加试验电源，首末端同步测量录波（接线方式如图 24 所示）。测量 I 回首端电压、II 回首端电流、频率和 I 回末端电压，并计算出相应基波相量变化量。

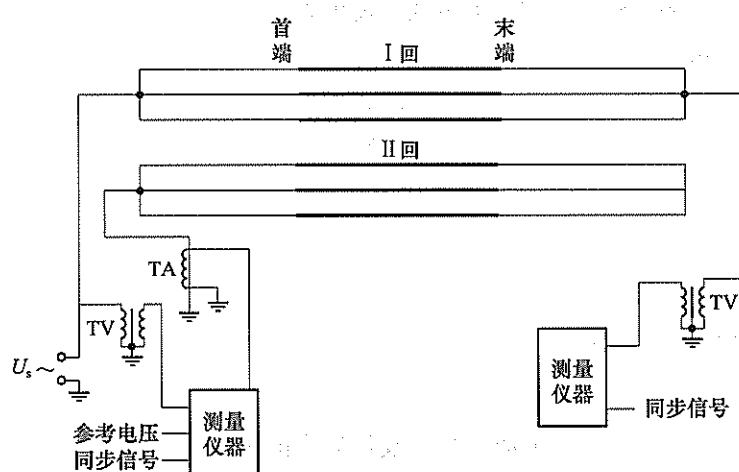


图 24 零序耦合电容测量示意图

### 10.2.2 双端同步测量算法

与图 24 对应的零序耦合电容双端同步测量等值电路如图 25 所示。

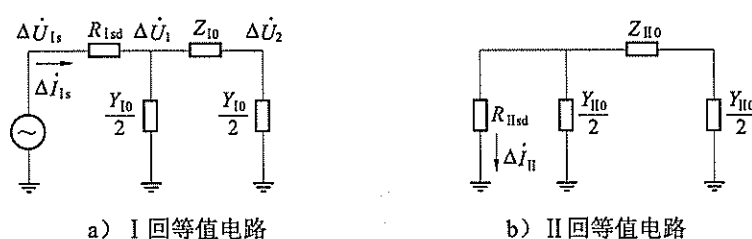


图 25 零序耦合电容双端同步测量等值电路

图中  $\Delta \dot{U}_{1s}$  和  $\Delta \dot{I}_{1s}$  分别为在 I 回首端轮相施加电源且末端三相开路时，在首端测量计算出的加压回路电压基波相量变化量和总电流基波相量变化量的 1/3。定义互导纳为

$$Y_{II-I} = \frac{\Delta \dot{I}_{II}}{\Delta \dot{U}_I} \quad (26)$$

式中：

$Y_{II-I}$  —— I、II 回线路之间的互导纳，S；

$\Delta \dot{I}_{II}$  —— II 回首端测量计算出的总电流基波相量变化量的 1/3，A；

$\Delta \dot{U}_I$  —— I 回首末端引线与试线路接点处电压基波相量变化量的平均值，V。

$$\Delta \dot{U}_1 = \frac{\Delta \dot{U}_1 + \Delta \dot{U}_2}{2} \quad (27)$$

式中:

$\Delta \dot{U}_2$  —— I 回末端测量计算出的电压基波相量变化量, V。

$\Delta \dot{U}_1$  —— I 回首端引线与被试线路接点处电压基波相量变化量, V,  $\Delta \dot{U}_1$  可由式 (28) 确定。

$$\Delta \dot{U}_1 = \Delta \dot{U}_{1s} - R_{1sd} \Delta \dot{I}_{1s} \quad (28)$$

式中:

$\Delta \dot{U}_{1s}$  —— I 回首端测量计算出的电压基波相量变化量, V;

$\Delta \dot{I}_{1s}$  —— I 回首端测量计算出的总电流基波相量变化量的 1/3, A;

$R_{1sd}$  —— I 回首端单相引线在首端温度下的交流电阻,  $\Omega$ 。

定义 I、II 回路之间的零序耦合电容为

$$C_{II-I} = \frac{\text{Im}(Y_{II-I})}{2\pi f} \times 10^6 \quad (29)$$

$C_{II-I}$  —— I、II 回路之间零序耦合电容,  $\mu\text{F}$ ;

$\text{Im}(Y_{II-I})$  ——  $Y_{II-I}$  的虚部, S;

$f$  —— 试验电源频率, Hz。

## 11 线路单位长度工频参数计算方法

### 11.1 一般规定

单端测量  $\pi$  模型方法 (或双端同步测量法) 及计算出的正序阻抗、正序导纳是整条线路的正序等值  $\pi$  模型线路参数。零序阻抗、零序导纳是整条线路的零序等值  $\pi$  模型线路参数。

不计分布参数特性的单位长度线路参数仅适用于较短的输电线路, 参见附录 A。为了准确获得交流输电线路单位长度工频参数, 需要考虑线路的分布参数特性。计及分布参数特性的单位长度线路参数只能用于分布参数等值电路模型。

### 11.2 单位长度正序参数

被试线路的正序等值  $\pi$  模型如图 26 所示, 计及分布参数特性的被试线路正序等值  $\pi$  模型的阻抗和导纳为

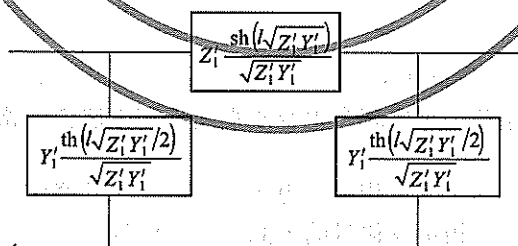


图 26 被试线路的正序等值  $\pi$  模型

$$Z_1 = Z_1' \frac{\text{sh}(l \sqrt{Z_1' Y_1'})}{\sqrt{Z_1' Y_1'}} \quad (30)$$

$$Y_1 = 2Y_1' \frac{\text{th}(l \sqrt{Z_1' Y_1'} / 2)}{\sqrt{Z_1' Y_1'}} \quad (31)$$

式中:

- $Z_1$  ——实测正序阻抗,  $\Omega$ ;  
 $Y_1$  ——实测正序导纳, S;  
 $Z'_1$  ——单位长度正序阻抗,  $\Omega/\text{km}$ ;  
 $Y'_1$  ——单位长度正序导纳, S/km;  
 $l$  ——线路长度, km。

求解式 (30) 和式 (31), 即可求出计及分布参数特性的线路单位长度正序阻抗和正序导纳。需要将所得参数折算成频率为 50Hz 且温度为 20℃ 的标准参数。

### 11.3 单位长度零序参数

被试线路的零序等值  $\pi$  模型如图 27 所示, 计及分布参数特性的被试线路零序等值  $\pi$  模型的阻抗和导纳为

$$Z_0 = Z'_0 \frac{\text{sh}(l\sqrt{Z'_0 Y'_0})}{\sqrt{Z'_0 Y'_0}} \quad (32)$$

$$Y_0 = 2Y'_0 \frac{\text{th}(l\sqrt{Z'_0 Y'_0}/2)}{\sqrt{Z'_0 Y'_0}} \quad (33)$$

式中:

- $Z_0$  ——实测零序阻抗,  $\Omega$ ;  
 $Y_0$  ——实测零序导纳, S;  
 $Z'_0$  ——单位长度零序阻抗,  $\Omega/\text{km}$ ;  
 $Y'_0$  ——单位长度零序导纳, S/km;  
 $l$  ——线路长度, km。

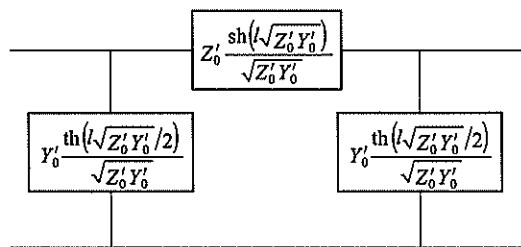


图 27 被试线路的零序等值  $\pi$  模型

求解式 (32) 和式 (33), 即可求出计及分布参数特性的线路单位长度零序阻抗和零序导纳。需要将所得参数折算成频率为 50Hz 的参数。

## 12 试验设备与测量仪器

### 12.1 试验设备的选择原则

为了保证测量精度, 在试验前, 需要根据对线路工频参数的估算、感应电压及接地电流的大小, 计算并选择测量所需的合适设备。

### 12.2 同步测量信号

在双端法测量时, 为了实现同步测量, 应以同步时钟信号作为测量的时间基准, 分立式同步测量系统总体结构如图 28 所示。同步时钟精度不宜劣于  $1\mu\text{s}$ 。

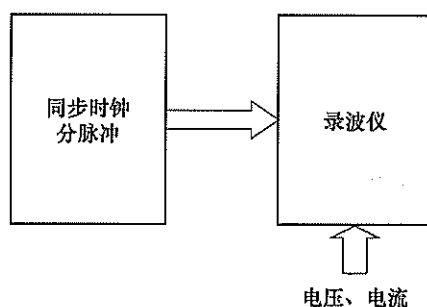


图 28 分立式同步测量系统总体结构

### 12.3 录波仪

在线路工频参数测量中，利用录波仪对线路首端或末端电压、电流、同步触发脉冲及参考相量进行测量录波，录波仪具有 8 个及以上的测量通道；采样频率应不低于 200kHz；A/D 转换器的量化精度应不低于 16 位（二进制位）；通道之间的采样误差应不大于 0.1°。

### 12.4 电压互感器

电压互感器精度应不低于 0.1 级。电压互感器的变比宜与试验电压和录波仪相适应。

### 12.5 电流互感器

电流互感器精度应不低于 0.1 级。电流互感器的额定电压应与试验电压相适应，电流互感器的变比宜与试验电流和录波仪相适应。



附 录 A  
(资料性附录)  
交流架空输电线路工频参数理论值

表 A.1 双分裂钢芯铝绞线导线的直流电阻及正序电抗

单位:  $\Omega/\text{km}$ 

导线型号	直流电阻	不同几何均距下的正序电抗							
		7.5m	8.0m	8.5m	9.0m	9.5m	10.0m	10.5m	11.0m
2×LJ-300/15	0.048 62	0.299	0.303	0.307	0.311	0.314	0.317	0.320	0.323
2×LJ-300/20	0.047 60	0.299	0.303	0.307	0.310	0.314	0.317	0.320	0.323
2×LJ-300/25	0.047 17	0.298	0.302	0.306	0.310	0.313	0.316	0.319	0.322
2×LJ-300/40	0.048 07	0.298	0.302	0.306	0.309	0.313	0.316	0.319	0.322
2×LJ-300/50	0.048 18	0.298	0.302	0.305	0.309	0.312	0.316	0.319	0.322
2×LJ-300/70	0.047 32	0.296	0.300	0.304	0.308	0.311	0.315	0.318	0.321
2×LJ-400/20	0.035 52	0.294	0.298	0.302	0.306	0.309	0.312	0.316	0.318
2×LJ-400/25	0.036 85	0.295	0.299	0.303	0.306	0.310	0.313	0.316	0.319
2×LJ-400/35	0.036 95	0.294	0.298	0.302	0.306	0.309	0.313	0.316	0.319
2×LJ-400/50	0.036 16	0.293	0.298	0.301	0.305	0.308	0.311	0.315	0.318
2×LJ-400/65	0.036 18	0.293	0.297	0.301	0.305	0.308	0.311	0.314	0.317
2×LJ-400/95	0.035 44	0.292	0.296	0.300	0.303	0.307	0.310	0.313	0.316
2×LJ-500/35	0.029 06	0.291	0.295	0.299	0.302	0.306	0.309	0.312	0.315
2×LJ-500/45	0.029 56	0.291	0.295	0.299	0.302	0.306	0.309	0.312	0.315
2×LJ-500/65	0.028 80	0.290	0.294	0.298	0.301	0.305	0.308	0.311	0.314
2×LJ-630/45	0.023 17	0.287	0.291	0.295	0.299	0.302	0.305	0.309	0.311
2×LJ-630/55	0.022 57	0.287	0.291	0.295	0.298	0.302	0.305	0.308	0.311
2×LJ-630/80	0.022 76	0.286	0.290	0.294	0.298	0.301	0.304	0.307	0.310
2×LJ-800/55	0.017 74	0.283	0.287	0.291	0.295	0.298	0.301	0.304	0.307
2×LJ-800/70	0.017 87	0.283	0.287	0.291	0.294	0.298	0.301	0.304	0.307
2×LJ-800/100	0.018 18	0.283	0.287	0.291	0.294	0.298	0.301	0.304	0.307

表 A.2 四分裂钢芯铝绞线导线的直流电阻及正序电抗

单位:  $\Omega/\text{km}$ 

导线型号	直流电阻	不同几何均距下的正序电抗										
		10.0m	10.5m	11.0m	11.5m	12.0m	12.5m	13.0m	13.5m	14.0m	14.5m	15.0m
4×LJ-300/15	0.024 31	0.251	0.254	0.257	0.260	0.262	0.265	0.267	0.270	0.272	0.274	0.276
4×LJ-300/20	0.023 80	0.251	0.254	0.257	0.259	0.262	0.265	0.267	0.269	0.272	0.274	0.276
4×LJ-300/25	0.023 58	0.250	0.253	0.256	0.259	0.262	0.264	0.267	0.269	0.272	0.274	0.276
4×LJ-300/40	0.024 04	0.250	0.253	0.256	0.259	0.262	0.264	0.267	0.269	0.271	0.274	0.276
4×LJ-300/50	0.024 09	0.250	0.253	0.256	0.259	0.262	0.264	0.267	0.269	0.271	0.273	0.276
4×LJ-300/70	0.023 66	0.249	0.253	0.255	0.258	0.261	0.263	0.266	0.268	0.271	0.273	0.275
4×LJ-400/20	0.017 76	0.248	0.251	0.254	0.257	0.260	0.262	0.265	0.267	0.270	0.272	0.274

表 A.2 (续)

导线型号	直流电阻	不同几何均距下的正序电抗										
		10.0m	10.5m	11.0m	11.5m	12.0m	12.5m	13.0m	13.5m	14.0m	14.5m	15.0m
4×LGJ-400/25	0.018 43	0.249	0.252	0.255	0.257	0.260	0.263	0.265	0.267	0.270	0.272	0.274
4×LGJ-400/35	0.018 47	0.248	0.252	0.254	0.257	0.260	0.263	0.265	0.267	0.270	0.272	0.274
4×LGJ-400/50	0.018 08	0.248	0.251	0.254	0.257	0.259	0.262	0.265	0.267	0.269	0.271	0.274
4×LGJ-400/65	0.018 09	0.248	0.251	0.254	0.257	0.259	0.262	0.264	0.267	0.269	0.271	0.273
4×LGJ-400/95	0.017 72	0.247	0.250	0.253	0.256	0.259	0.261	0.264	0.266	0.268	0.271	0.273
4×LGJ-500/35	0.014 53	0.247	0.250	0.253	0.255	0.258	0.261	0.263	0.266	0.268	0.270	0.272
4×LGJ-500/45	0.014 78	0.247	0.250	0.253	0.255	0.258	0.261	0.263	0.266	0.268	0.270	0.272
4×LGJ-500/65	0.014 40	0.246	0.249	0.252	0.255	0.258	0.260	0.263	0.265	0.267	0.270	0.272
4×LGJ-630/45	0.011 58	0.245	0.248	0.251	0.254	0.256	0.259	0.261	0.264	0.266	0.268	0.270
4×LGJ-630/55	0.011 29	0.245	0.248	0.251	0.253	0.256	0.259	0.261	0.263	0.266	0.268	0.270
4×LGJ-630/80	0.011 38	0.244	0.247	0.250	0.253	0.256	0.258	0.261	0.263	0.266	0.268	0.270
4×LGJ-800/55	0.008 87	0.243	0.246	0.249	0.252	0.254	0.257	0.259	0.262	0.264	0.266	0.268
4×LGJ-800/70	0.008 94	0.243	0.246	0.249	0.252	0.254	0.257	0.259	0.262	0.264	0.266	0.268
4×LGJ-800/100	0.009 09	0.243	0.246	0.249	0.251	0.254	0.257	0.259	0.261	0.264	0.266	0.268

表 A.3 六分裂钢芯铝绞线导线的直流电阻及正序电抗 (几何均距 16.0m~21.0m)

单位:  $\Omega/\text{km}$ 

导线型号	直流电阻	不同几何均距下的正序电抗										
		16.0m	16.5m	17.0m	17.5m	18.0m	18.5m	19.0m	19.5m	20.0m	20.5m	21.0m
6×LGJ-400/20	0.011 84	0.250	0.252	0.254	0.255	0.257	0.259	0.260	0.262	0.263	0.265	0.266
6×LGJ-400/25	0.012 28	0.250	0.252	0.254	0.255	0.257	0.259	0.260	0.262	0.263	0.265	0.266
6×LGJ-400/35	0.012 32	0.250	0.252	0.254	0.255	0.257	0.259	0.260	0.262	0.263	0.265	0.266
6×LGJ-400/50	0.012 05	0.250	0.252	0.254	0.255	0.257	0.259	0.260	0.262	0.263	0.265	0.266
6×LGJ-400/65	0.012 06	0.250	0.252	0.254	0.255	0.257	0.259	0.260	0.262	0.263	0.265	0.266
6×LGJ-400/95	0.011 81	0.250	0.252	0.254	0.255	0.257	0.259	0.260	0.262	0.263	0.265	0.266
6×LGJ-500/35	0.009 69	0.249	0.251	0.253	0.254	0.256	0.258	0.259	0.261	0.262	0.264	0.265
6×LGJ-500/45	0.009 85	0.249	0.251	0.253	0.254	0.256	0.258	0.259	0.261	0.262	0.264	0.265
6×LGJ-500/65	0.009 60	0.249	0.251	0.253	0.254	0.256	0.258	0.259	0.261	0.262	0.264	0.265
6×LGJ-630/45	0.007 72	0.247	0.249	0.251	0.252	0.254	0.256	0.257	0.259	0.260	0.262	0.263
6×LGJ-630/55	0.007 52	0.247	0.249	0.251	0.252	0.254	0.256	0.257	0.259	0.260	0.262	0.263
6×LGJ-630/80	0.007 59	0.247	0.249	0.251	0.252	0.254	0.256	0.257	0.259	0.260	0.262	0.263
6×LGJ-800/55	0.005 91	0.246	0.248	0.250	0.251	0.253	0.255	0.256	0.258	0.259	0.261	0.262
6×LGJ-800/70	0.005 96	0.246	0.248	0.250	0.251	0.253	0.255	0.256	0.258	0.259	0.261	0.262
6×LGJ-800/100	0.006 06	0.246	0.248	0.250	0.251	0.253	0.255	0.256	0.258	0.259	0.261	0.262

表 A.4 六分裂钢芯铝绞线导线的直流电阻及正序电抗（几何均距 21.5m~26.5m）

单位：Ω/km

导线型号	直流电阻	不同几何均距下的正序电抗										
		21.5m	22.0m	22.5m	23.0m	23.5m	24.0m	24.5m	25.0m	25.5m	26.0m	26.5m
6×LJ-400/20	0.011 84	0.268	0.269	0.270	0.272	0.273	0.274	0.275	0.276	0.278	0.279	0.280
6×LJ-400/25	0.012 28	0.268	0.269	0.270	0.272	0.273	0.274	0.275	0.276	0.278	0.279	0.280
6×LJ-400/35	0.012 32	0.268	0.269	0.270	0.272	0.273	0.274	0.275	0.276	0.278	0.279	0.280
6×LJ-400/50	0.012 05	0.268	0.269	0.270	0.272	0.273	0.274	0.275	0.276	0.278	0.279	0.280
6×LJ-400/65	0.012 06	0.268	0.269	0.270	0.272	0.273	0.274	0.275	0.276	0.278	0.279	0.280
6×LJ-400/95	0.011 81	0.268	0.269	0.270	0.272	0.273	0.274	0.275	0.276	0.278	0.279	0.280
6×LJ-500/35	0.009 69	0.267	0.268	0.269	0.271	0.272	0.273	0.274	0.275	0.277	0.278	0.279
6×LJ-500/45	0.009 85	0.267	0.268	0.269	0.271	0.272	0.273	0.274	0.275	0.277	0.278	0.279
6×LJ-500/65	0.009 60	0.267	0.268	0.269	0.271	0.272	0.273	0.274	0.275	0.277	0.278	0.279
6×LJ-630/45	0.007 72	0.265	0.266	0.267	0.269	0.270	0.271	0.272	0.273	0.275	0.276	0.277
6×LJ-630/55	0.007 52	0.265	0.266	0.267	0.269	0.270	0.271	0.272	0.273	0.275	0.276	0.277
6×LJ-630/80	0.007 59	0.265	0.266	0.267	0.269	0.270	0.271	0.272	0.273	0.275	0.276	0.277
6×LJ-800/55	0.005 91	0.264	0.265	0.266	0.268	0.269	0.270	0.271	0.272	0.274	0.275	0.276
6×LJ-800/70	0.005 96	0.264	0.265	0.266	0.268	0.269	0.270	0.271	0.272	0.274	0.275	0.276
6×LJ-800/100	0.006 06	0.264	0.265	0.266	0.268	0.269	0.270	0.271	0.272	0.274	0.275	0.276

表 A.5 八分裂钢芯铝绞线导线的直流电阻及正序电抗（几何均距 16.0m~21.0m）

单位：Ω/km

导线型号	直流电阻	不同几何均距下的正序电抗										
		16.0m	16.5m	17.0m	17.5m	18.0m	18.5m	19.0m	19.5m	20.0m	20.5m	21.0m
8×LJ-500/35	0.007 27	0.228	0.230	0.232	0.233	0.235	0.237	0.238	0.240	0.242	0.243	0.245
8×LJ-500/45	0.007 39	0.228	0.230	0.232	0.233	0.235	0.237	0.238	0.240	0.242	0.243	0.245
8×LJ-500/65	0.007 20	0.228	0.230	0.232	0.233	0.235	0.237	0.238	0.240	0.242	0.243	0.245
8×LJ-630/45	0.005 79	0.227	0.229	0.231	0.232	0.234	0.236	0.237	0.239	0.241	0.242	0.244
8×LJ-630/55	0.005 65	0.227	0.229	0.231	0.232	0.234	0.236	0.237	0.239	0.241	0.242	0.244
8×LJ-630/80	0.005 69	0.227	0.229	0.231	0.232	0.234	0.236	0.237	0.239	0.241	0.242	0.244
8×LJ-800/55	0.004 44	0.226	0.228	0.230	0.231	0.233	0.235	0.236	0.238	0.240	0.241	0.243
8×LJ-800/70	0.004 47	0.226	0.228	0.230	0.231	0.233	0.235	0.236	0.238	0.240	0.241	0.243
8×LJ-800/100	0.004 55	0.226	0.228	0.230	0.231	0.233	0.235	0.236	0.238	0.240	0.241	0.243

表 A.6 八分裂钢芯铝绞线导线的直流电阻及正序电抗（几何均距 21.5m~26.5m）

单位：Ω/km

导线型号	直流电阻	不同几何均距下的正序电抗										
		21.5m	22.0m	22.5m	23.0m	23.5m	24.0m	24.5m	25.0m	25.5m	26.0m	26.5m
8×LJ-500/35	0.007 27	0.246	0.247	0.249	0.250	0.251	0.253	0.254	0.255	0.256	0.258	0.259
8×LJ-500/45	0.007 39	0.246	0.247	0.249	0.250	0.251	0.253	0.254	0.255	0.256	0.258	0.259
8×LJ-500/65	0.007 20	0.246	0.247	0.249	0.250	0.251	0.253	0.254	0.255	0.256	0.258	0.259

表 A.6 (续)

导线型号	直流电阻	不同几何均距下的正序电抗										
		21.5m	22.0m	22.5m	23.0m	23.5m	24.0m	24.5m	25.0m	25.5m	26.0m	26.5m
8×LGJ-630/45	0.005 79	0.245	0.246	0.248	0.249	0.250	0.252	0.253	0.254	0.255	0.257	0.258
8×LGJ-630/55	0.005 65	0.245	0.246	0.248	0.249	0.250	0.252	0.253	0.254	0.255	0.257	0.258
8×LGJ-630/80	0.005 69	0.245	0.246	0.248	0.249	0.250	0.252	0.253	0.254	0.255	0.257	0.258
8×LGJ-800/55	0.004 44	0.244	0.245	0.247	0.248	0.249	0.251	0.252	0.253	0.254	0.256	0.257
8×LGJ-800/70	0.004 47	0.244	0.245	0.247	0.248	0.249	0.251	0.252	0.253	0.254	0.256	0.257
8×LGJ-800/100	0.004 55	0.244	0.245	0.247	0.248	0.249	0.251	0.252	0.253	0.254	0.256	0.257

表 A.7 八分裂钢芯铝绞线导线的直流电阻及正序电抗 (几何均距 27.0m~30.0m)

单位:  $\Omega/\text{km}$ 

导线型号	直流电阻	不同几何均距下的正序电抗						
		27.0m	27.5m	28.0m	28.5m	29.0m	29.5m	30.0m
8×LGJ-500/35	0.007 27	0.260	0.261	0.262	0.263	0.264	0.265	0.266
8×LGJ-500/45	0.007 39	0.260	0.261	0.262	0.263	0.264	0.265	0.266
8×LGJ-500/65	0.007 20	0.260	0.261	0.262	0.263	0.264	0.265	0.266
8×LGJ-630/45	0.005 79	0.259	0.260	0.261	0.262	0.263	0.264	0.265
8×LGJ-630/55	0.005 65	0.259	0.260	0.261	0.262	0.263	0.264	0.265
8×LGJ-630/80	0.005 69	0.259	0.260	0.261	0.262	0.263	0.264	0.265
8×LGJ-800/55	0.004 44	0.258	0.259	0.260	0.261	0.262	0.263	0.264
8×LGJ-800/70	0.004 47	0.258	0.259	0.260	0.261	0.262	0.263	0.264
8×LGJ-800/100	0.004 55	0.258	0.259	0.260	0.261	0.262	0.263	0.264

表 A.8 一般线路零序电抗与正序电抗的平均比值

线路类别	$X_0/X_1$
无地线的单回路线路	3.5
具有钢线地线的单回路线路	3.0
具有良导体地线的单回路线路	2.0
无地线的双回路线路	5.5
具有钢线地线的双回路线路	4.7
具有良导体地线的双回路线路	3.0

表 A.9 双分裂线路正序电纳

单位:  $\mu\text{S}/\text{km}$ 

导线型号	不同几何均距下的正序电纳							
	7.5m	8.0m	8.5m	9.0m	9.5m	10.0m	10.5m	11.0m
2×LGJ-300/40	3.77	3.72	3.67	3.63	3.59	3.55	3.52	3.48
2×LGJ-400/50	3.83	3.78	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.53
2×LGJ-500/45	3.87	3.81	3.76	3.72	3.67	3.63	3.60	3.56
2×LGJ-630/45	3.92	3.86	3.81	3.76	3.72	3.68	3.64	3.61
2×LGJ-800/55	3.98	3.92	3.87	3.82	3.77	3.73	3.69	3.66

表 A.10 四分裂线路正序电纳

单位:  $\mu\text{S}/\text{km}$ 

导线型号	不同几何均距下的正序电纳										
	10.0m	10.5m	11.0m	11.5m	12.0m	12.5m	13.0m	13.5m	14.0m	14.5m	15.0m
4×LGJ-300/40	4.45	4.40	4.35	4.30	4.25	4.21	4.17	4.13	4.10	4.07	4.03
4×LGJ-400/50	4.49	4.44	4.38	4.34	4.29	4.25	4.21	4.17	4.13	4.10	4.07
4×LGJ-500/45	4.52	4.46	4.41	4.36	4.31	4.27	4.23	4.19	4.15	4.12	4.09
4×LGJ-630/45	4.55	4.49	4.44	4.39	4.34	4.30	4.26	4.22	4.18	4.15	4.11
4×LGJ-800/55	4.59	4.53	4.48	4.43	4.38	4.34	4.29	4.25	4.22	4.18	4.15

表 A.11 六分裂线路正序电纳 (几何均距 16.0m~21.0m)

单位:  $\mu\text{S}/\text{km}$ 

导线型号	不同几何均距下的正序电纳										
	16.0m	16.5m	17.0m	17.5m	18.0m	18.5m	19.0m	19.5m	20.0m	20.5m	21.0m
6×LGJ-400/20	4.53	4.49	4.46	4.43	4.40	4.37	4.35	4.32	4.30	4.27	4.25
6×LGJ-500/35	4.55	4.51	4.48	4.45	4.42	4.39	4.37	4.34	4.32	4.29	4.27
6×LGJ-630/45	4.57	4.53	4.50	4.47	4.44	4.41	4.39	4.36	4.34	4.31	4.29
6×LGJ-800/55	4.59	4.55	4.52	4.49	4.46	4.43	4.41	4.38	4.36	4.33	4.31

表 A.12 六分裂线路正序电纳 (几何均距 21.5m~26.5m)

单位:  $\mu\text{S}/\text{km}$ 

导线型号	不同几何均距下的正序电纳										
	21.5m	22.0m	22.5m	23.0m	23.5m	24.0m	24.5m	25.0m	25.5m	26.0m	26.5m
6×LGJ-400/20	4.23	4.21	4.19	4.17	4.15	4.13	4.11	4.10	4.08	4.07	4.05
6×LGJ-500/35	4.25	4.23	4.21	4.19	4.17	4.15	4.13	4.12	4.10	4.09	4.07
6×LGJ-630/45	4.27	4.25	4.23	4.21	4.19	4.17	4.15	4.14	4.12	4.11	4.09
6×LGJ-800/55	4.29	4.27	4.25	4.23	4.21	4.19	4.17	4.16	4.14	4.13	4.11

表 A.13 八分裂线路正序电纳 (几何均距 16.0m~21.0m)

单位:  $\mu\text{S}/\text{km}$ 

导线型号	不同几何均距下的正序电纳										
	16.0m	16.5m	17.0m	17.5m	18.0m	18.5m	19.0m	19.5m	20.0m	20.5m	21.0m
8×LGJ-500/35	4.98	4.94	4.90	4.86	4.83	4.79	4.76	4.73	4.70	4.67	4.64
8×LGJ-630/45	5.00	4.96	4.92	4.88	4.85	4.81	4.78	4.75	4.72	4.69	4.66
8×LGJ-800/55	5.02	4.98	4.94	4.90	4.87	4.83	4.80	4.77	4.74	4.71	4.68

表 A.14 八分裂线路正序电纳 (几何均距 21.5m~26.5m)

单位:  $\mu\text{S}/\text{km}$ 

导线型号	不同几何均距下的正序电纳										
	21.5m	22.0m	22.5m	23.0m	23.5m	24.0m	24.5m	25.0m	25.5m	26.0m	26.5m
8×LGJ-500/35	4.62	4.59	4.57	4.54	4.52	4.50	4.48	4.46	4.44	4.42	4.40
8×LGJ-630/45	4.64	4.61	4.59	4.56	4.54	4.52	4.50	4.48	4.46	4.44	4.42
8×LGJ-800/55	4.66	4.63	4.61	4.58	4.56	4.54	4.52	4.50	4.48	4.46	4.44

表 A.15 八分裂线路正序电纳（几何均距 27.0m~30.0m）

单位：μS/km

导线型号	不同几何均距下的正序电纳						
	27.0m	27.5m	28.0m	28.5m	29.0m	29.5m	30.0m
8×LGJ-500/35	4.38	4.37	4.35	4.33	4.32	4.30	4.29
8×LGJ-630/45	4.40	4.39	4.37	4.35	4.34	4.32	4.31
8×LGJ-800/55	4.42	4.41	4.39	4.37	4.36	4.34	4.33

注：表 A.3~表 A.7 和表 A.11~表 A.15 数据由 ATP 软件计算得出。计算时导线参数均按 GB/T 1179—2008 进行选择；六分裂导线杆塔导线悬挂点高度按 65m、弧垂按 18m 进行计算；八分裂导线杆塔导线悬挂点高度按 60m、弧垂按 16m 进行计算。



中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
**1000kV 交流架空输电线路**  
**工频参数测量导则**  
**DL/T 1179—2012**

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京博图彩色印刷有限公司印刷

\*

2012 年 12 月第一版 2012 年 12 月北京第一次印刷  
880 毫米×1230 毫米 16 开本 1.75 印张 50 千字  
印数 0001—3000 册

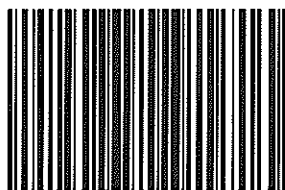
\*

统一书号 155123·1254 定价 15.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



155123.1254

上架建议：规程规范/  
电力工程/输配电

