

ICS 27.100

F 24

备案号: 44805-2014

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1331 — 2014

---

## 交流变电设备不拆高压引线试验导则

The guide for the test of AC transformation equipment without  
removing the high-voltage lead

2014-03-18 发布

2014-08-01 实施

---

国家能源局 发布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 试验通用要求 ..... 1

5 试验安全措施 ..... 1

6 试验方法 ..... 2

7 试验结果分析方法 ..... 29

附录 A（资料性附录） “可现场进行中压电容试验的装置” 的电容式电压互感器试验 ..... 30

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业高压试验技术标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：国网青海省电力公司电力科学研究院、国网河北省电力公司电力科学研究院。

本标准参加起草单位：国网石家庄供电公司、国网西宁供电公司、重庆大学、国网四川省电力公司电力科学研究院。

本标准主要起草人：何宝龙、苏红梅、马丽山、王伟、徐世山、王生杰、陈志勇、高树国、王煜杰、张海宁、廖鹏、李玉海、周瑜、谢彭盛、王有元、刘睿、冯超。

本标准为首次发布。

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）。

# 交流变电设备不拆高压引线试验导则

## 1 范围

本标准规定了 330kV~750kV 自耦变压器、110kV~750kV 隔离开关、断路器、油浸式电流互感器、耦合电容器、电压互感器、并联电抗器及金属氧化物避雷器等交流变电设备不拆高压引线进行试验时应具备的试验条件，以及不拆高压引线进行交流变电设备试验的试验方法。

本标准适用于 330kV~750kV 自耦变压器、110kV~750kV 隔离开关、断路器、油浸式电流互感器、耦合电容器、电压互感器、并联电抗器及金属氧化物避雷器等交流变电设备的不拆高压引线试验工作。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1.1—2009 标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写

DL/T393 输变电设备状态检修试验规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**基础数据** **basic data**

不拆交流变电设备高压引线测试所得试验数据。

### 3.2

**原始数据** **raw data**

拆除变电设备高压引线后测试所得试验数据。

### 3.3

**不拆高压引线试验** **test method without removing the high-voltage lead**

无需拆掉变电设备高压引线即可进行的变电设备停电试验。

## 4 试验通用要求

4.1 试验宜选择在环境温度不低于+5℃、空气相对湿度不超过 80%的天气下进行，且被试设备绝缘表面应清洁、干燥。

4.2 交流变电设备应经过 2~3 次不拆高压引线试验，将基础数据与原始数据进行比较，总结出两者的对应关系和误差范围，或经试验证明误差符合理论分析结果且测试值在规程规定要求值之内后，可逐步替代拆除高压引线试验方式。

4.3 不拆高压引线进行试验时，应记录好实际工况，包括环境条件、带电范围以及通过高压引线与被试设备相连接的设备名称。

## 5 试验安全措施

5.1 试验前应先根据试验要求将设备的被试部分短路接地，待试验接线完毕后，拆除短路接地线再进行试验。改变试验接线或试验结束时，也应先将设备的被试部分短路接地，再拆除试验接线。

5.2 试验设备的测量线端在与被试品连接前,应先将测量线端短路接地,待测量线与试品连接牢固后,拆除短路接地线进行测量。试验结束时,应先将测量线端短路接地再拆除测量线。

## 6 试验方法

### 6.1 变压器

#### 6.1.1 现场条件

试验前拆除高、中压绕组中性点引线、低压绕组引线,高压侧及中压侧接地开关置于分位。试验中涉及从铁芯、夹件采取测量信号的试验项目,在进行前均需确认铁芯、夹件的绝缘电阻良好。

#### 6.1.2 测量方法

##### 6.1.2.1 绕组绝缘电阻、吸收比和极化指数测量

##### 6.1.2.1.1 低压绕组绝缘电阻、吸收比和极化指数测量

应将高、中压绕组及中性点短路接地,低压绕组短路接绝缘电阻测试仪 L 端,绝缘电阻测试仪 E 端接地,铁芯、夹件接地,测量接线如图 1 所示。

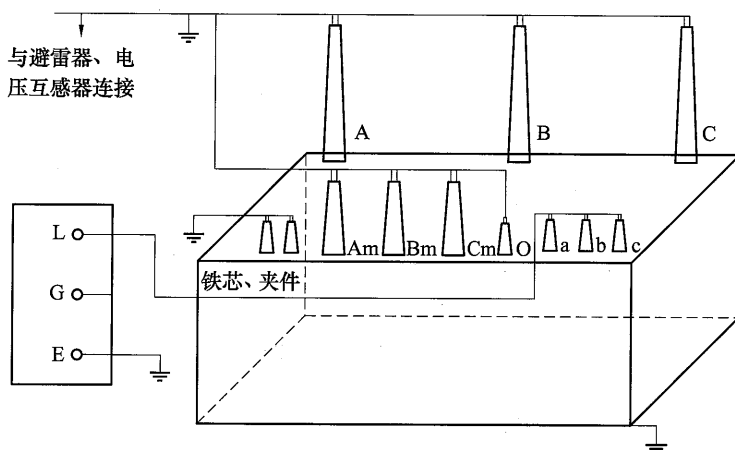


图 1 变压器低压绕组—高、中压绕组及地绝缘电阻测量接线

##### 6.1.2.1.2 高、中压绕组绝缘电阻、吸收比和极化指数测量

应采用屏蔽法测出高、中压绕组与低压绕组之间的绝缘。同时,宜采用常规法测出高、中压绕组对低压绕组及地的绝缘作为参考数据,两种方法分别如下:

- a) 屏蔽法测量。应将高、中压绕组及中性点短接后连接绝缘电阻测试仪的 L 端,低压绕组短接后连接绝缘电阻测试仪 E 端,绝缘电阻测试仪 G 端接地,测量接线如图 2 所示。

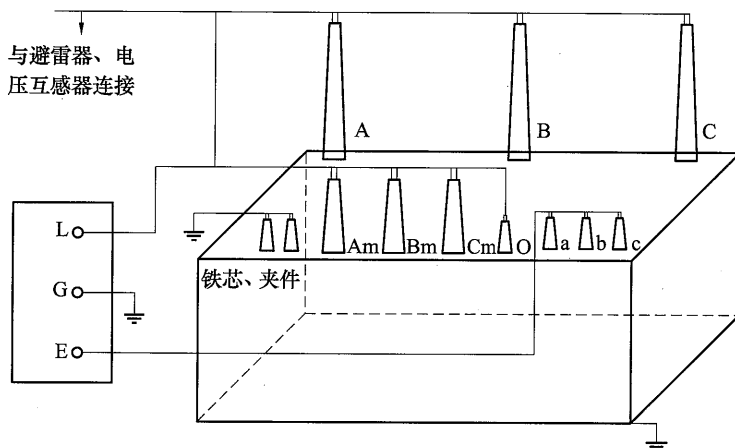


图 2 变压器高、中压绕组—低压绕组绝缘电阻测量接线（屏蔽法）

- b) 常规法测量。应将高、中压绕组及中性点短接后连接绝缘电阻测试仪的 L 端，绝缘电阻测试仪 E 端接地，低压绕组短路接地，测量接线如图 3 所示。

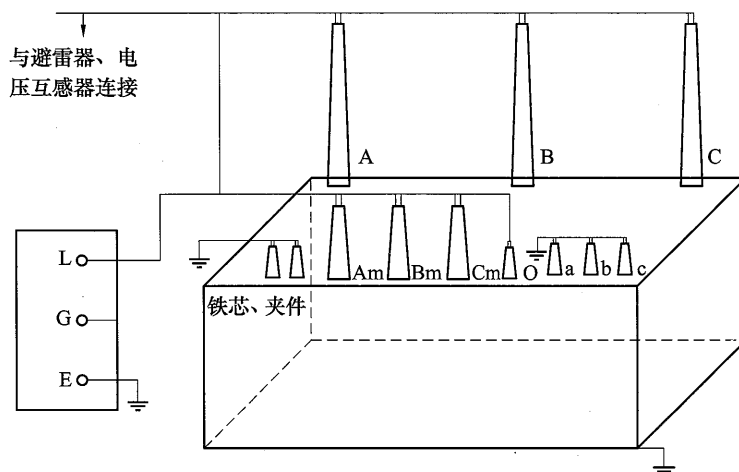


图 3 变压器高、中压绕组—低压绕组及地绝缘电阻测量接线（常规法）

#### 6.1.2.2 铁芯、夹件绝缘电阻测量

铁芯、夹件应分别测量对地及二者之间的绝缘电阻。

#### 6.1.2.3 直流泄漏电流测量

##### 6.1.2.3.1 低压绕组直流泄漏电流测量

应将高、中压绕组及中性点短路接地，铁芯、夹件接地，低压绕组短路串接电流表后接直流高压，由加压侧读取泄漏电流值，测量接线如图 4 所示。

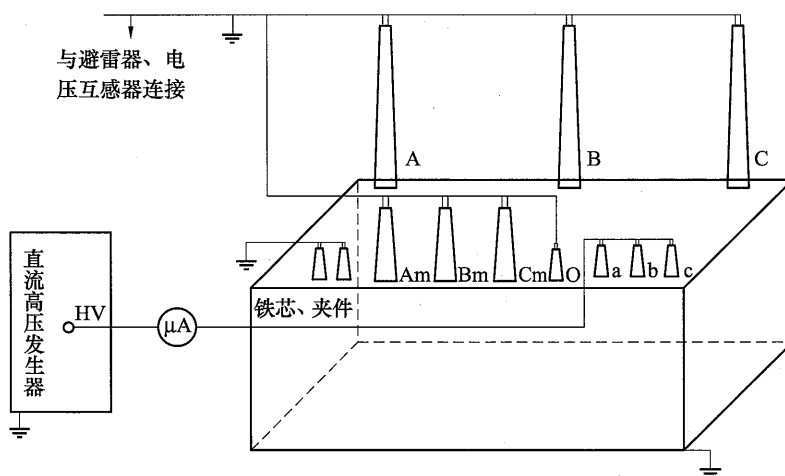


图 4 变压器低压绕组直流泄漏电流测量接线

##### 6.1.2.3.2 高、中压绕组直流泄漏电流测量

应将高、中压绕组及中性点短路串接电流表后接直流高压，低压绕组短路后串接电流表接地，铁芯、夹件串接电流表接地。测量时若电流表读数波动幅度较大，宜加装滤波装置，高压侧电流表读数作为参考数据与历史数据比较，测量接线如图 5 所示。

#### 6.1.2.4 绕组的介质损耗因数 $\tan\delta$ 及电容量 C 测量

##### 6.1.2.4.1 低压绕组介质损耗因数 $\tan\delta$ 及电容量 C 测量

应将高、中压绕组及中性点短路接地，铁芯、夹件接地。应采用反接线测量低压绕组对高、中压绕组及地的介质损耗因数  $\tan\delta$  及电容量，测量接线如图 6 所示。

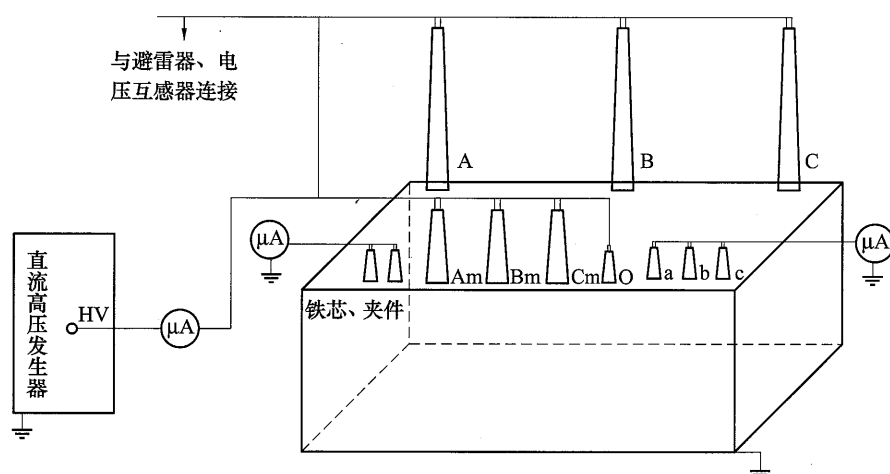
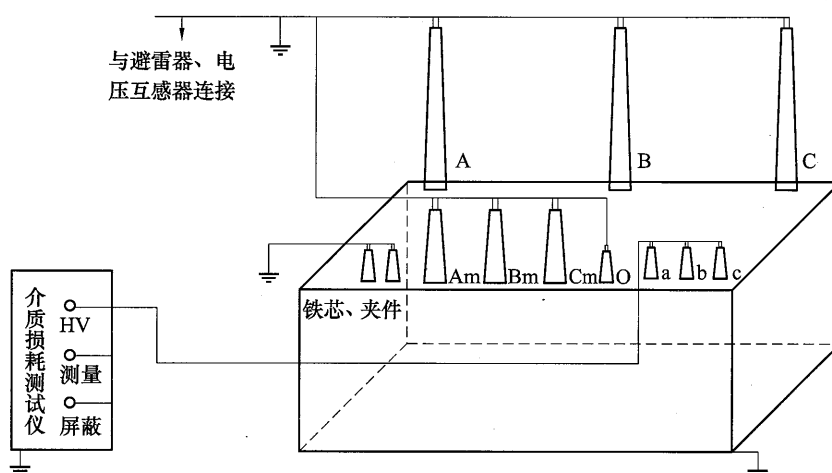


图 5 变压器高、中压绕组直流泄漏电流测量接线

图 6 变压器低压绕组介质损耗因数  $\tan\delta$  及电容量  $C$  测量接线

#### 6.1.2.4.2 高、中压绕组的介质损耗因数 $\tan\delta$ 及电容量 $C$ 测量

测量时应采用正接线测出高、中压绕组与低压绕组、铁芯(夹件)之间的电容量及介质损耗因数  $\tan\delta$ 。同时,宜采用反接线测出高、中压绕组对低压绕组及地的电容量、介质损耗因数  $\tan\delta$  作为参考数据,两种方法分别如下:

- 正接线测量。应将高、中压绕组及中性点短路接高压芯线,分别从低压绕组、铁芯(夹件)取测量信号测量,测量接线如图 7 所示。
- 反接线测量。应将低压绕组短路接地,铁芯、夹件接地,反接线的测量数据作为参考数据与历史数据比较,测量接线如图 8 所示。

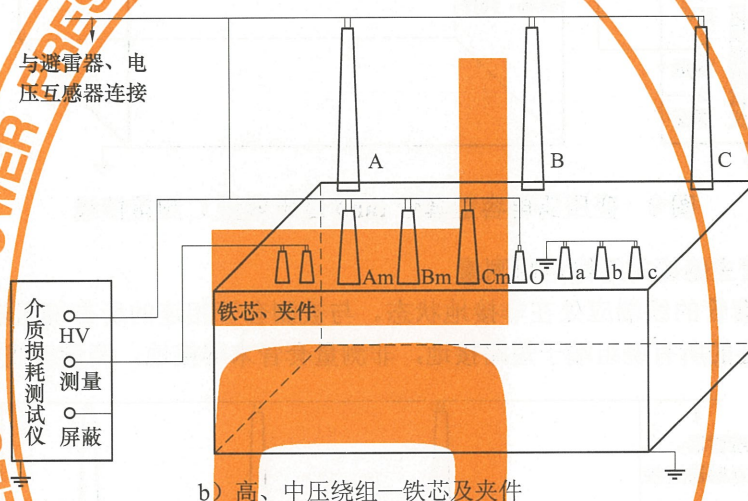
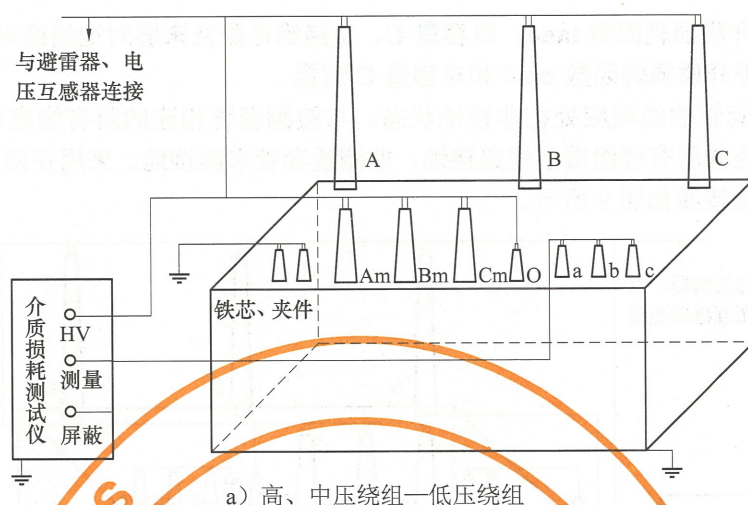
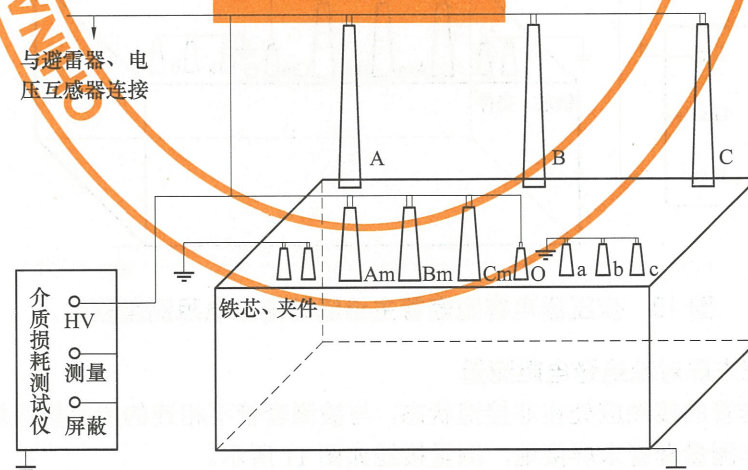
#### 6.1.2.5 绕组直流电阻测量

##### 6.1.2.5.1 高压绕组直流电阻测量

测量高压绕组直流电阻时,应将高压侧接地,中压、中性点和低压侧开路,直流电阻测试仪应一端接至中性点,一端接至高压绕组首端,逐相进行直流电阻测量。

##### 6.1.2.5.2 中压绕组直流电阻测量

测量中压绕组直流电阻时,应将中压侧接地,高压、中性点和低压侧开路,直流电阻测试仪应一端接至中性点,一端接至中压绕组首端,逐相进行直流电阻测量。

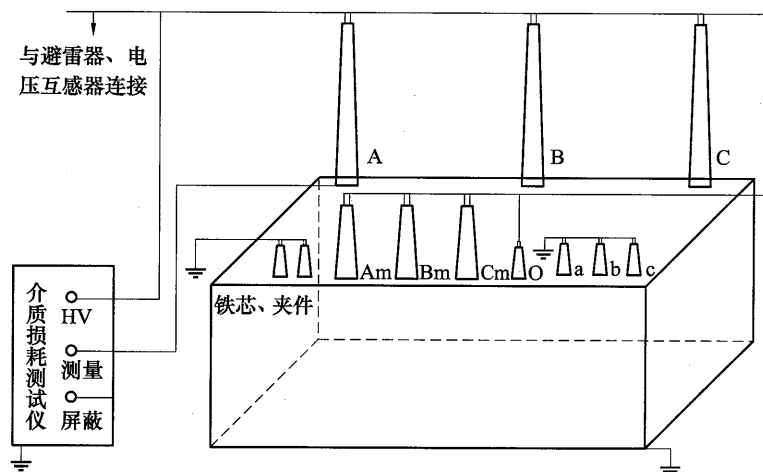
图7 变压器高、中压绕组介质损耗因数  $\tan\delta$  及电容量  $C$  测量接线图8 变压器高、中压绕组—低压绕组及地介质损耗因数  $\tan\delta$  及电容量  $C$  测量接线

#### 6.1.2.5.3 低压绕组直流电阻测量

测量低压绕组直流电阻时，应将高、中压侧接地，中性点悬空，逐相进行 ab、bc、ca 绕组直流电阻测量。

6.1.2.6 电容型套管介质损耗因数  $\tan\delta$ 、电容量  $C$ 、主绝缘电阻及末屏对地绝缘电阻测量6.1.2.6.1 电容型套管介质损耗因数  $\tan\delta$  和电容量  $C$  测量

被试变压器所测套管的线端应处在非接地状态。与被测套管相连的所有绕组端子应短接在一起加压，与被测套管不相连的所有绕组端子短路接地，非测量套管末屏接地。采用正接线测量，被测套管末屏应接测量信号，测量接线如图 9 所示。

图 9 变压器电容型套管  $\tan\delta$  及电容量  $C$  测量接线

## 6.1.2.6.2 电容型套管主绝缘的绝缘电阻测量

被试变压器所测套管的线端应处在非接地状态。与被测套管相连的所有绕组端子应短接在一起加压，与被测套管不相连的所有绕组端子短路接地，非测量套管末屏接地，测量接线如图 10 所示。

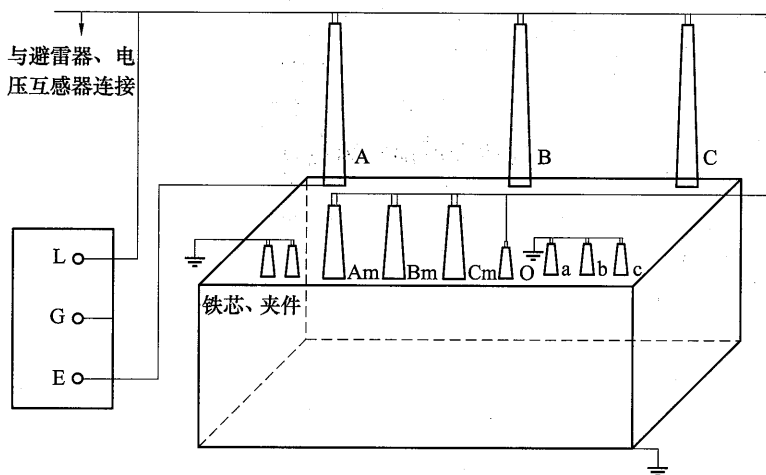


图 10 变压器电容型套管主绝缘的绝缘电阻测量接线

## 6.1.2.6.3 电容型套管末屏对地绝缘电阻测量

被试变压器所测套管的线端应处在非接地状态，与被测套管不相连的所有绕组端子应短路接地，由被测套管末屏加压，非测量套管末屏接地，测量接线如图 11 所示。

## 6.2 隔离开关

## 6.2.1 现场条件

分路间隔的隔离开关中，母线隔离开关一侧与母线连接，另一侧与断路器连接；出线隔离开关两端分别与电流互感器和耦合电容器连接。停电检修时，母线隔离开关一般在母线侧端挂地线；出线水平开断隔离开关一端挂地线，一端悬空。如隔离开关两侧均接地线，试验时需拆除一侧地线。

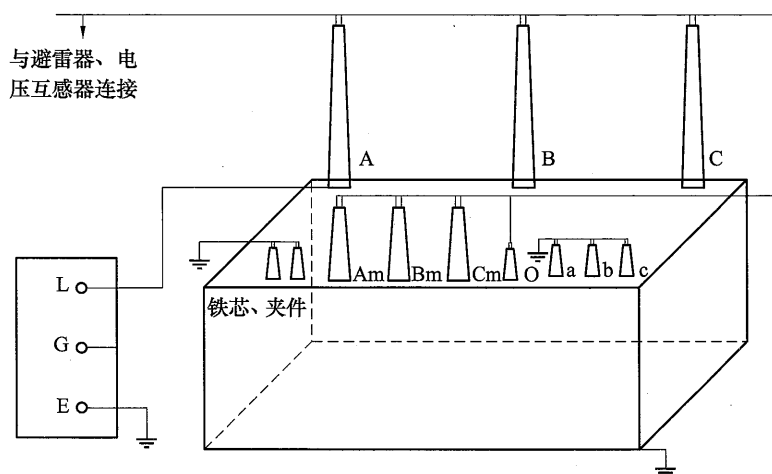


图 11 变压器电容型套管末屏对地绝缘电阻测量接线

### 6.2.2 测量方法

主回路电阻测量时隔离开关合闸，测量接线如图 12 所示。

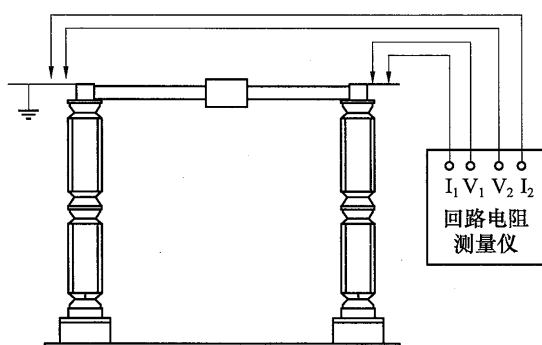


图 12 隔离开关回路电阻测量接线

## 6.3 断路器

### 6.3.1 SF<sub>6</sub> 断路器

#### 6.3.1.1 现场条件

分路间隔断路器，一般定触头接线端子与电流互感器连接，与中间触头连接的接线端子与母线隔离开关连接，停电检修时，一般在母线隔离开关与断路器之间挂地线，定触头一端经电流互感器与出线隔离开关相连，定触头接线端子与出线隔离开关之间一般不挂地线，断路器灭弧室之间一端接地，一端悬空。

#### 6.3.1.2 测量方法

##### 6.3.1.2.1 主回路电阻测量

断路器处于合闸状态，测量接线如图 13 所示。

##### 6.3.1.2.2 断口间并联电容器电容量和介质损耗因数测量

SF<sub>6</sub> 断路器断口间并联电容器电容量和介质损耗因数测量可采用正接线和反接线测量，两种方法分别为：

- 反接线测量。断路器处于分闸状态，将地线改挂于断路器与电流互感器之间，测量接线如图 14 所示。
- 正接线测量。断路器应处于分闸状态，拆除一次挂接的地线，测量接线如图 15 所示。

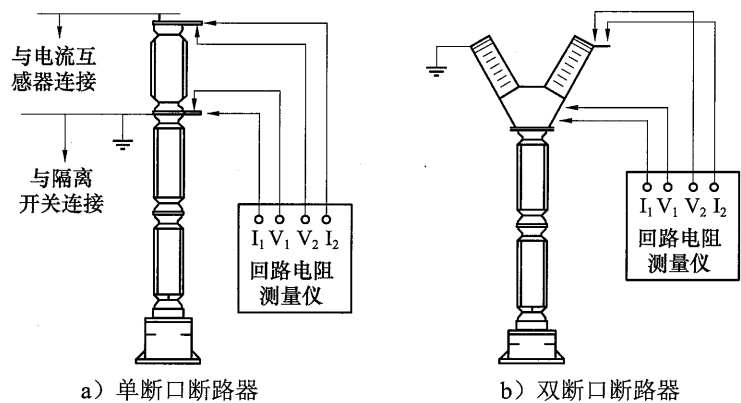


图 13 断路器回路电阻测量接线

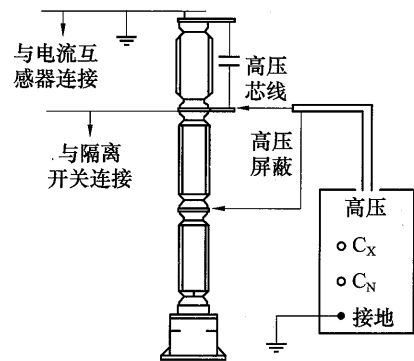


图 14 反接线断路器断口并联电容器测量接线

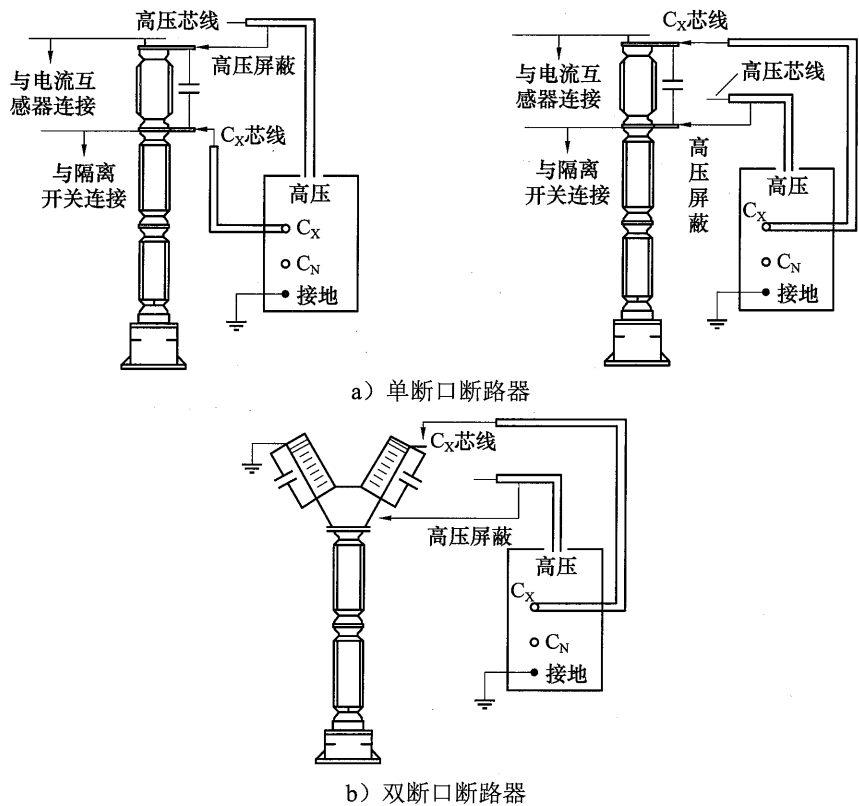


图 15 正接线断路器断口并联电容器测量接线

注：自动测量电桥正、反接线时高压芯线与高压屏蔽线的使用有区别，新型电桥正接线时使用高压芯线和高压屏蔽线，以下同。

### 6.3.2 少油断路器

#### 6.3.2.1 现场条件

出线分路断路器一端与电流互感器连接，另一端与母线隔离开关连接，停电检修时，一般在母线隔离开关与断路器之间挂地线，断路器灭弧室之间一端接地，一端悬空。末端站停电检修时一般在线路侧电源点挂接地线，断路器有可能两端均悬空。

#### 6.3.2.2 测量方法

##### 6.3.2.2.1 绝缘电阻测量

断路器应处于分闸状态，测量接线如图 16 所示。

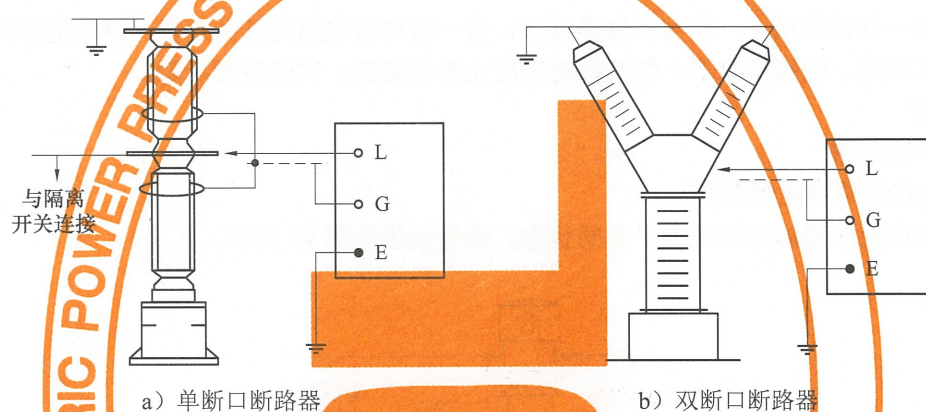


图 16 少油断路器绝缘电阻测量接线

##### 6.3.2.2.2 直流泄漏电流测量

断路器应处于分闸状态，测量接线如图 17 所示。

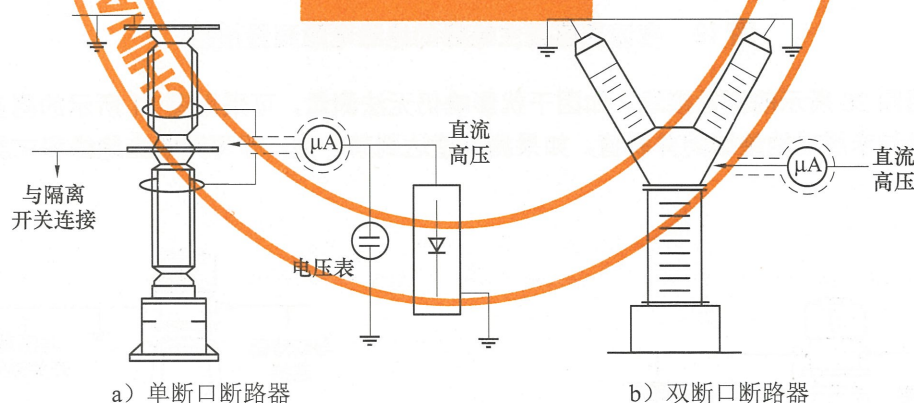


图 17 少油断路器直流泄漏电流测量接线

### 6.3.3 罐式断路器

#### 6.3.3.1 现场条件

不拆高压引线进行试验前，须确保罐式断路器一侧接地，另一侧不接地。

#### 6.3.3.2 测量方法

测量回路电阻时，断路器应处于合闸状态，测量接线如图 18 所示。

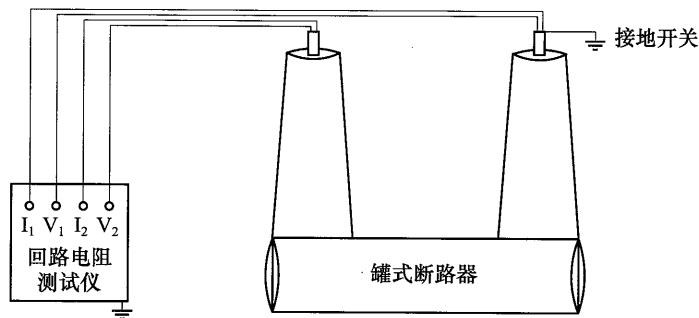


图 18 罐式断路器回路电阻测量接线

6.4 油浸式电流互感器

6.4.1 现场条件

电流互感器一次接线端子一端与断路器连接，另一端与出线隔离开关连接，停电检修时，电流互感器两侧一般不挂地线。特殊情况下，一侧挂接地线防止静电感应，试验时需拆除。

6.4.2 测量方法

6.4.2.1 绝缘电阻测量

6.4.2.1.1 主绝缘的绝缘电阻测量

分路断路器和出线隔离开关应处于分闸状态，测量接线如图 19 所示。

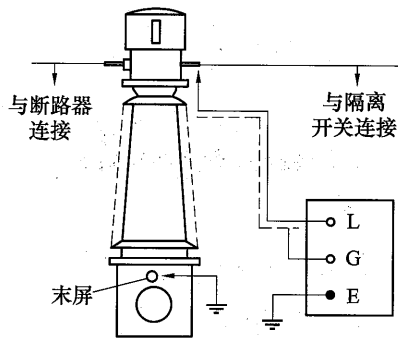


图 19 电流互感器主绝缘的绝缘电阻测量接线

还可以采用图 20 所示的测量接线。如因干扰影响仍无法测量，可采用图 21 所示的测量接线，此时测量值为主绝缘与末屏对地绝缘的并联值，如果测量值达到某一值，即可判断主绝缘和末屏对地绝缘均处于良好状态。

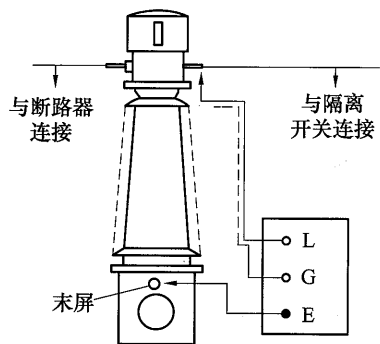


图 20 绝缘电阻测试仪不接地

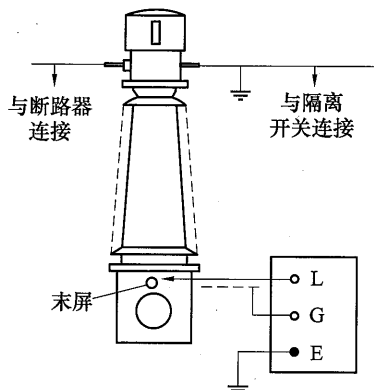


图 21 测量主绝缘与末屏对地绝缘并联值

## 6.4.2.1.2 末屏绝缘电阻测量

分路断路器和出线隔离开关应处于分闸状态，测量接线如图 22 所示。

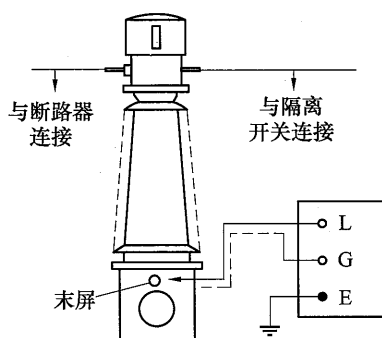


图 22 电流互感器末屏绝缘电阻测量接线

## 6.4.2.1.3 主绝缘电容量和介质损耗因数测量

分路断路器和出线隔离开关应处于分闸状态，采用正接线测量，测量接线如图 23 所示。

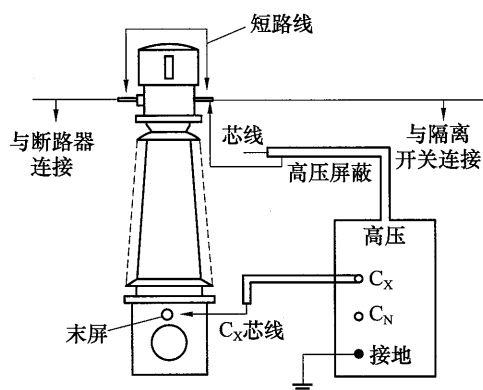


图 23 电流互感器主绝缘电容量和介质损耗因数测量接线

## 6.4.2.1.4 末屏电容量和介质损耗因数测量

分路断路器和出线隔离开关处于分闸状态，采用反接线测量，高压加压不超过 3kV，测量接线如图 24 所示。

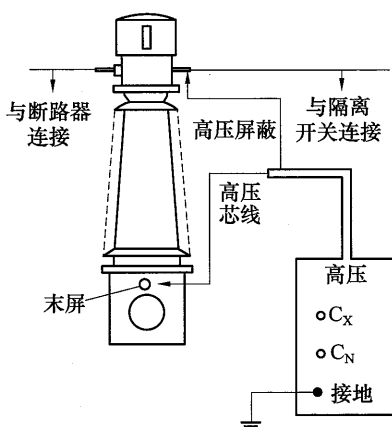


图 24 电流互感器末屏对地电容量和介质损耗因数测量接线

## 6.5 耦合电容器

### 6.5.1 一般规定

330kV、500kV 耦合电容器一般为三节组合安装，上节以  $C_{1-1}$  表示，中节以  $C_{1-2}$  表示，下节以  $C_{1-3}$  表示。

220kV 耦合电容器为两节安装，与 500kV 耦合电容器表示方法一致，上节以  $C_{1-1}$  表示，下节以  $C_{1-3}$  表示。

### 6.5.2 现场条件

耦合电容器一次接线端子与线路连接，停电检修时，分路出线隔离开关断开，一般于线路侧挂地线，检修试验时挂接的地线一般不拆除。

### 6.5.3 测量方法

#### 6.5.3.1 绝缘电阻测量

耦合电容器上节、中节、下节及低压端绝缘电阻测量方法如下。

a) 上节 ( $C_{1-1}$ ) 绝缘电阻测量接线如图 25 所示。

b) 中节 ( $C_{1-2}$ ) 绝缘电阻测量接线如图 26 所示。

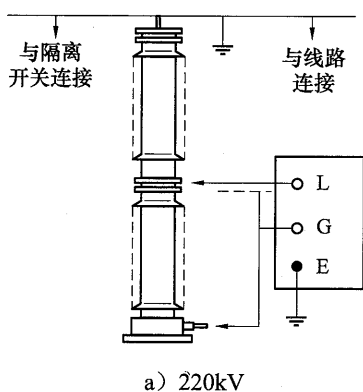


图 25 上节 ( $C_{1-1}$ ) 绝缘电阻测量接线

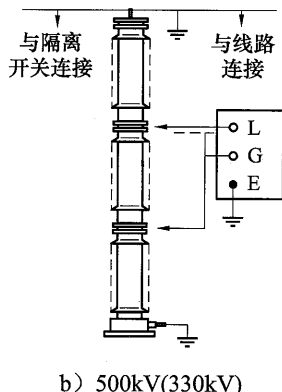


图 26 中节 ( $C_{1-2}$ ) 绝缘电阻测量接线

c) 下节 ( $C_{1-3}$ ) 绝缘电阻测量接线如图 27 所示。

220kV 耦合电容器也可采用如图 28 所示的测量接线，此时测量值为上节与下节对地绝缘的并联值，如果测量值达到某一值，即可判断上节和下节对地绝缘均处于良好状态。

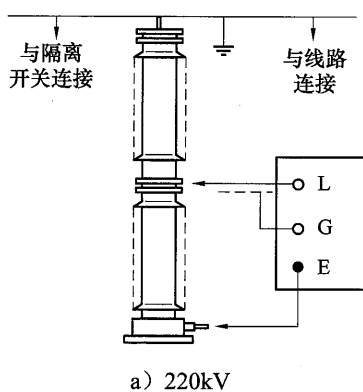


图 27 下节 ( $C_{1-3}$ ) 绝缘电阻测量接线

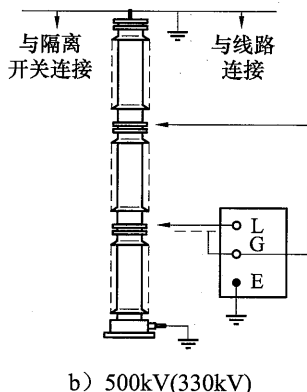


图 28 上节和下节绝缘电阻的并联值

d) 低压端对地绝缘电阻测量接线如图 29 所示。

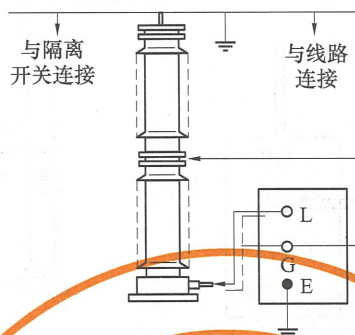


图 29 低压端对地绝缘电阻测量接线

### 6.5.3.2 电容量和介质损耗因数测量

耦合电容器上节、中节、下节及低压端电容量和介质损耗因数测量方法如下。

a) 上节 ( $C_{1-1}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线如图 30 所示, 220kV 耦合电容器测量时高压加压不超过 3kV。

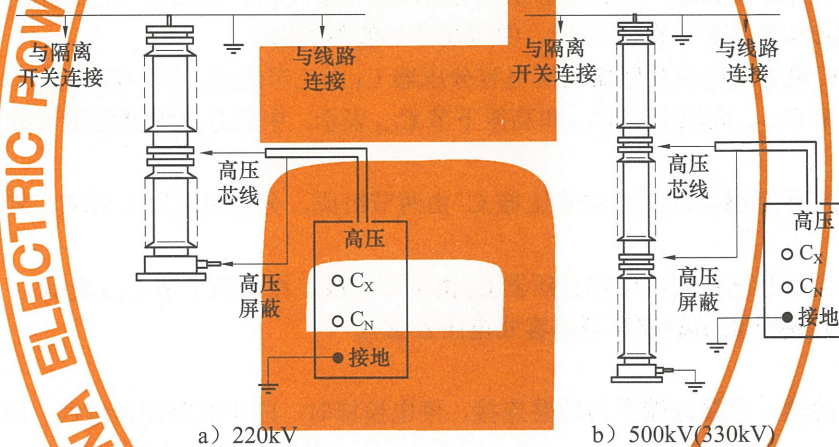


图 30 上节 ( $C_{1-1}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线

b) 中节 ( $C_{1-2}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线如图 31 所示。

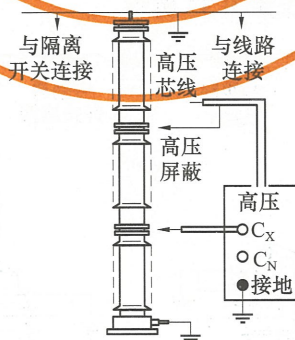


图 31 中节 ( $C_{1-2}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线

c) 下节 ( $C_{1-3}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线如图 32 所示。

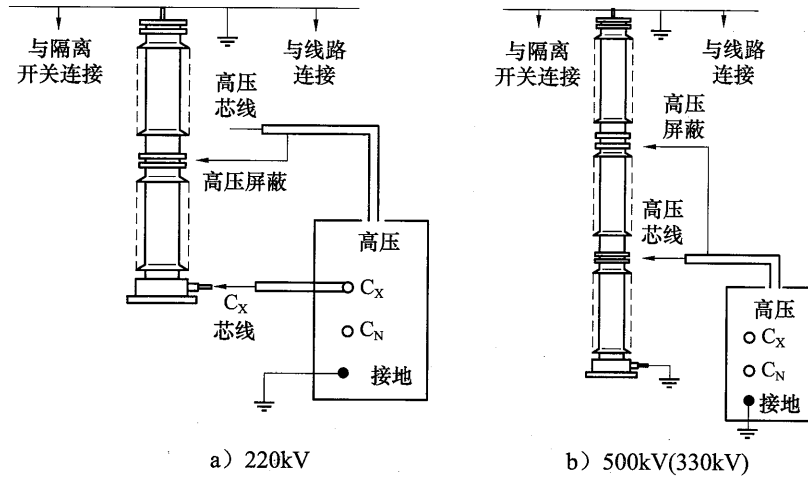


图 32 下节 ( $C_{1.3}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线

6.6 电压互感器

6.6.1 一般规定

电容式电压互感器主要元件由电容分压器 ( $C_1$  和  $C_2$ ) 和中间变压器组成。750kV 电容式电压互感器高压分压电容  $C_1$  由四节组成, 由上至下分别用高压第一节  $C_{1.1}$ 、第二节  $C_{1.2}$ 、第三节  $C_{1.3}$  和第四节  $C_{1.4}$  表示, 中压分压电容器用下节  $C_2$  表示, 中压端子一般不引出。

330kV、500kV 电容式电压互感器高压电容分压器  $C_1$  由三节组成, 其中高压分压电容  $C_1$  由三节组成, 分别用高压上节  $C_{1.1}$ 、高压中节  $C_{1.2}$  和高压下节  $C_{1.4}$  表示, 中压分压电容器用下节  $C_2$  表示。中压端子一般不引出。

220kV 电容式电压互感器高压电容分压器  $C_1$  由两节组成, 分别用高压上节  $C_{1.1}$  和高压下节  $C_{1.4}$  表示。

110kV 电容式电压互感器高压电容分压器  $C_1$  由单节组成, 用高压下节  $C_{1.4}$  表示。

6.6.2 分立式或中压端子引出的成套型电容式电压互感器

6.6.2.1 现场条件

电容式电压互感器一次接线端子与线路连接, 停电检修时, 应于线路侧挂地线, 检修及试验时挂接的地线不拆除。

6.6.2.2 测量方法

6.6.2.2.1 分压电容器的极间绝缘电阻测量

分压电容器高压上节、高压下节及下节绝缘电阻测量方法如下。

a) 高压上节  $C_{1.1}$  绝缘电阻测量接线如图 33 所示。

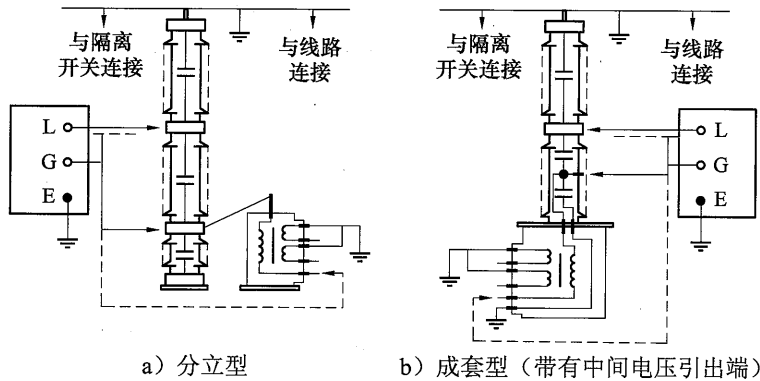


图 33  $C_{1.1}$  绝缘电阻测量接线

测量时，绝缘电阻测试仪的 G 端接于  $C_{1-4}$  与  $C_2$  的连接点（即中压端子引出点），也可如图 33 中虚线所示，接于中间变压器的尾端“X”点， $C_2$  的尾端“N”点接地。

b) 测量高压下节  $C_{1-4}$  绝缘电阻共有如下 3 种方法。

- 1) 中压电容  $C_2$  的尾端“N”和中间变压器尾端“X”均可拆除接地连接线，绝缘电阻测试仪 E 端不接地，测量接线如图 34 所示。

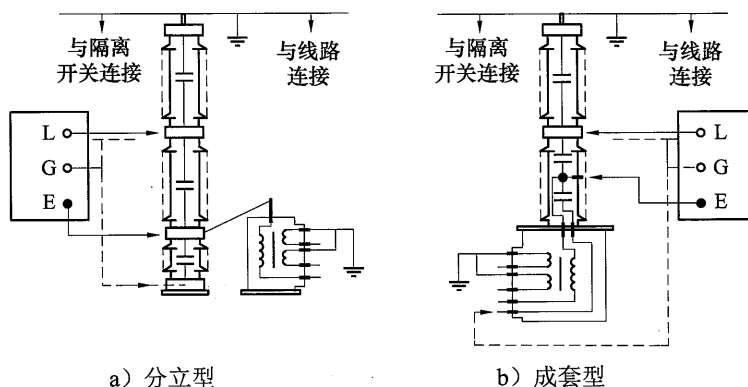


图 34  $C_{1-4}$  绝缘电阻测量接线（绝缘电阻测试仪不接地）

- 2) 中压电容  $C_2$  的尾端“N”和中间变压器尾端“X”均可拆开接地连接线，绝缘电阻测试仪 E 端接地，测量接线如图 35 所示。

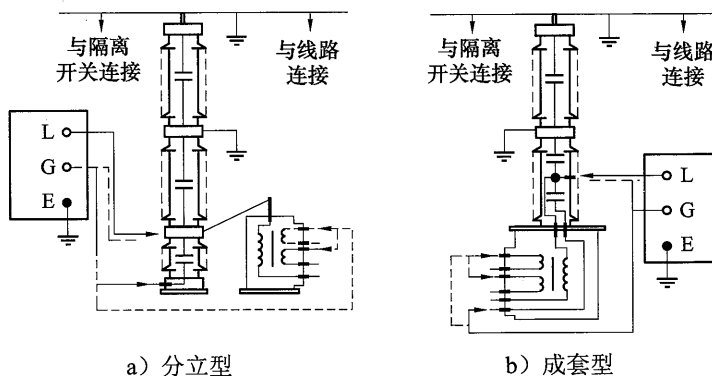


图 35  $C_{1-4}$  绝缘电阻测量接线（绝缘电阻测试仪接地）

- 3) 分立型中压电容  $C_2$  的尾端“N”无法拆开接地连接线，绝缘电阻测试仪 E 端接地，此时测量值为  $C_{1-4}$  与  $C_{1-1}$  的并联值。测量接线如图 36 所示。

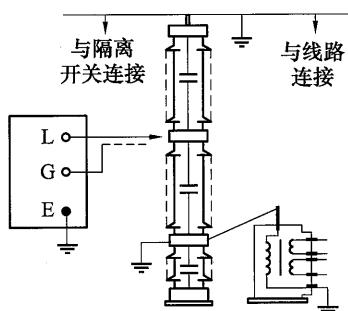


图 36  $C_{1-4}$  绝缘电阻测量接线（绝缘电阻测试仪接地， $C_2$  的尾端“N”接地）

c) 下节  $C_2$  绝缘电阻测量接线如图 37 所示。

图 a) 为中压电容  $C_2$  的尾端“N”接地，中间变压器尾端“X”可拆开接地连线。图 b)、图 c) 为中压电容  $C_2$  的尾端“N”和中间变压器尾端“X”均可拆开接地连接线。

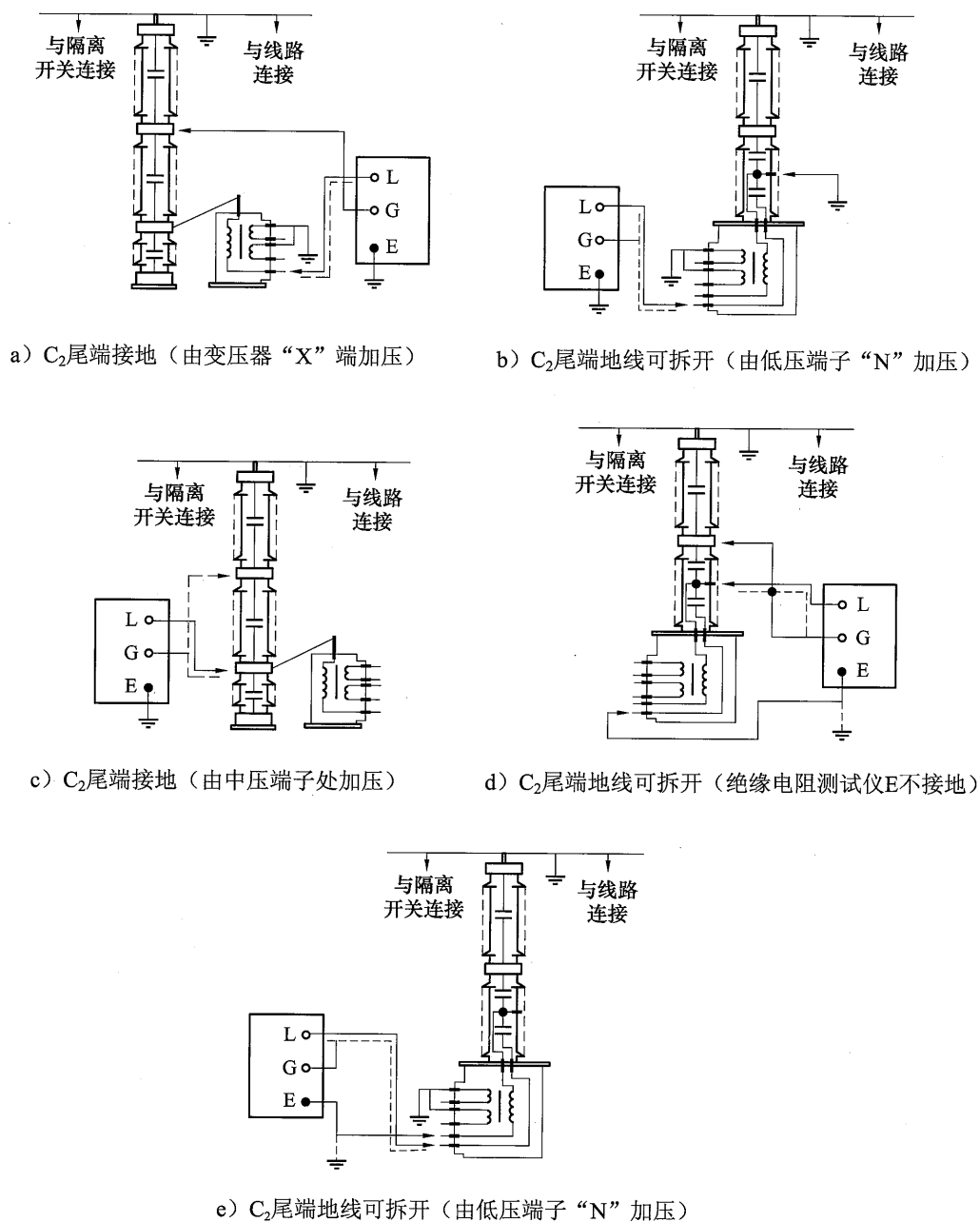
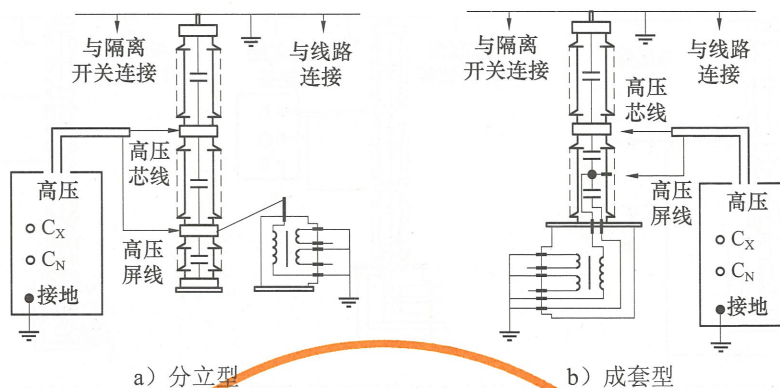
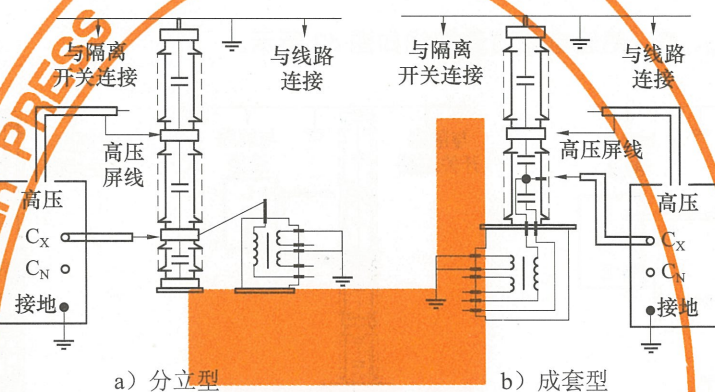
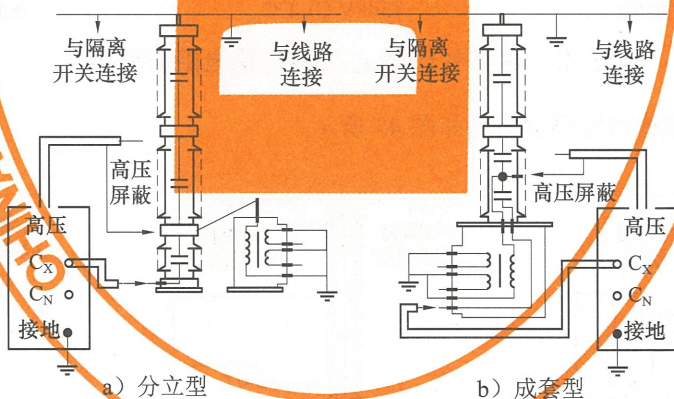


图 37  $C_2$  绝缘电阻测量接线

#### 6.6.2.2.2 分压电容器的电容量和介质损耗因数测量

分压电容器高压上节、高压下节及下节电容量和介质损耗因数测量方法分别如下。

- 高压上节 ( $C_{1-1}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线如图 38 所示。
- 高压下节 ( $C_{1-4}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线如图 39 所示。
- 下节 ( $C_2$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线如图 40 所示。

图 38 高压上节 ( $C_{1-1}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线图 39 高压下节 ( $C_{1-4}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线图 40 下节 ( $C_2$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线

如中压电容器尾端接地不能拆开,可采用反接线测量,需拆除变压器至中压端子的连接线。

### 6.6.3 成套型中压端子无引出的电容式电压互感器

#### 6.6.3.1 现场条件

电容式电压互感器一次接线端子与线路连接,停电检修时,一般于线路侧挂地线,检修及试验时挂接的地线不拆除。

#### 6.6.3.2 测量方法

##### 6.6.3.2.1 分压电容器的极间绝缘电阻测量

分压电容器高压上节、高压中节、高压下节及下节绝缘电阻测量方法分别如下。

a) 高压上节  $C_{1-1}$  绝缘电阻测量接线如图 41 所示。

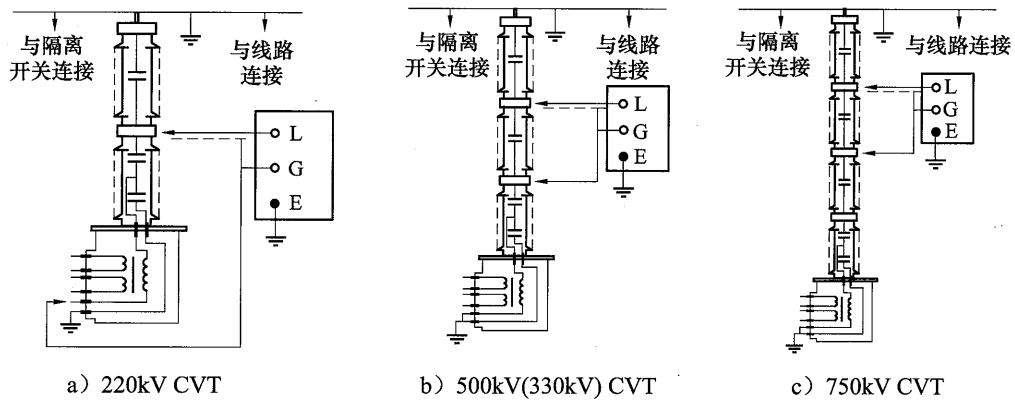


图 41 高压上节  $C_{1-1}$  绝缘电阻测量接线

b) 高压中节  $C_{1-2}$ 、 $C_{1-3}$  绝缘电阻测量接线如图 42 所示。

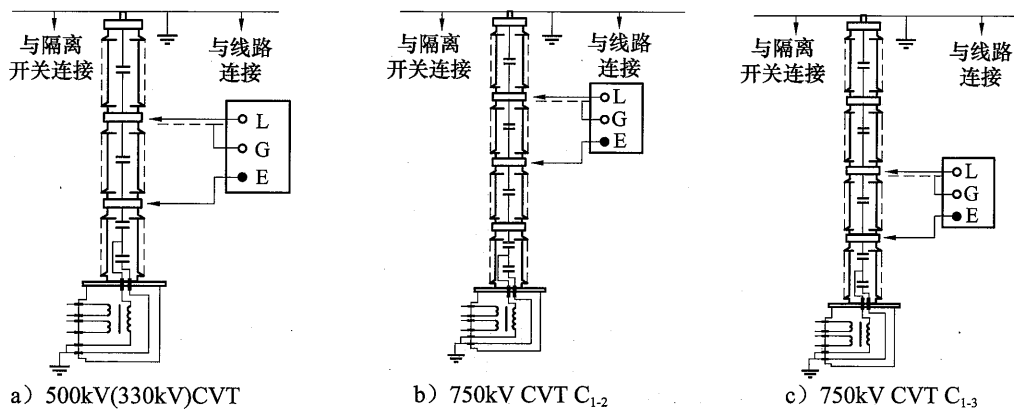


图 42 高压中节  $C_{1-2}$ 、 $C_{1-3}$  绝缘电阻测量接线

c) 高压下节  $C_{1-4}$  绝缘电阻测量接线如图 43 所示。

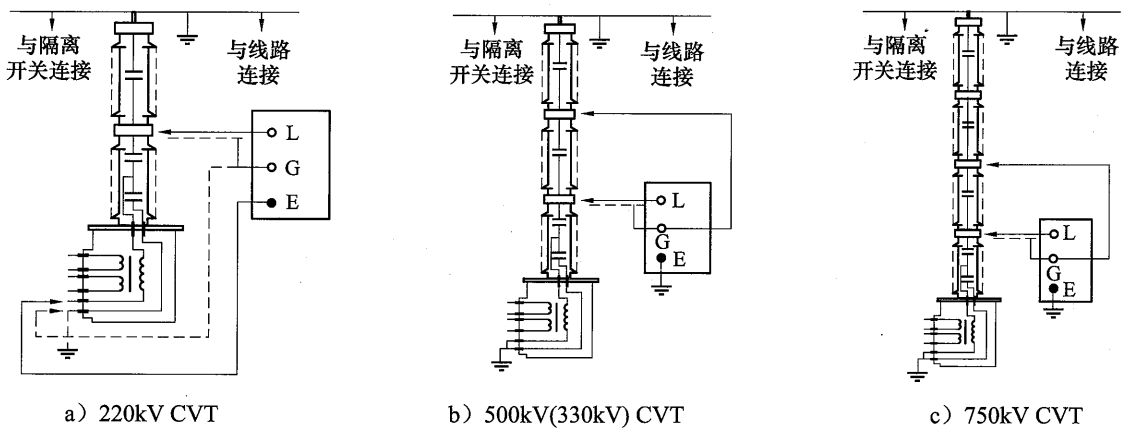


图 43 高压下节  $C_{1-4}$  绝缘电阻测量接线

d) 下节  $C_2$  绝缘电阻测量接线如图 37 (e) 所示。

#### 6.6.3.2.2 分压电容器的电容量和介质损耗因数测量

分压电容器高压上节、高压中节、高压下节及下节电容量和介质损耗因数测量方法分别如下。

a) 高压上节 ( $C_{1-1}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线如图 44 所示。

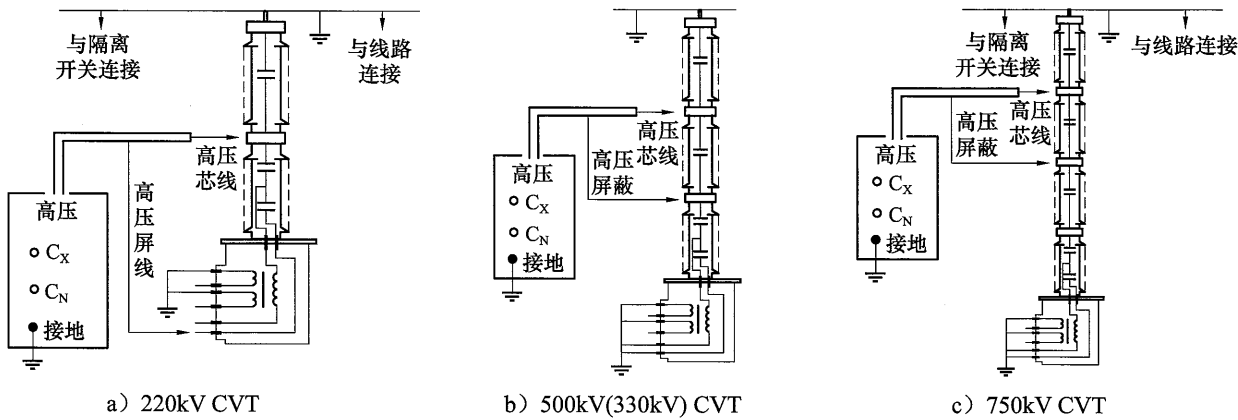


图 44 高压上节 ( $C_{1-1}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线

b) 高压中节 ( $C_{1-2}$ 、 $C_{1-3}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线如图 45 所示。

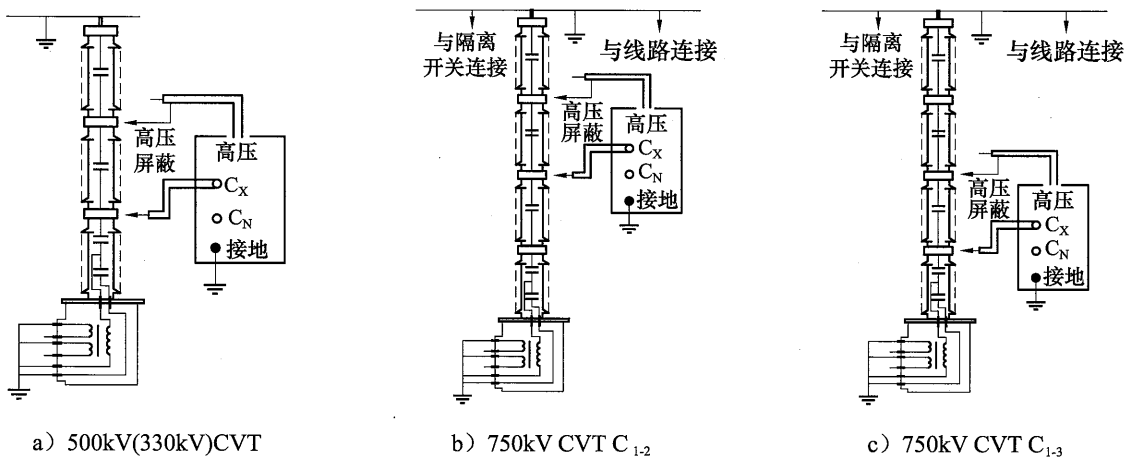


图 45 高压中节 ( $C_{1-2}$ 、 $C_{1-3}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线

c) 采用自激法测量高压下节 ( $C_{1-4}$ ) 电容量和介质损耗因数，测量接线如图 46 所示。

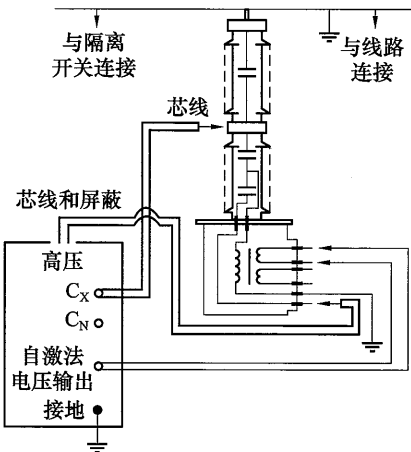
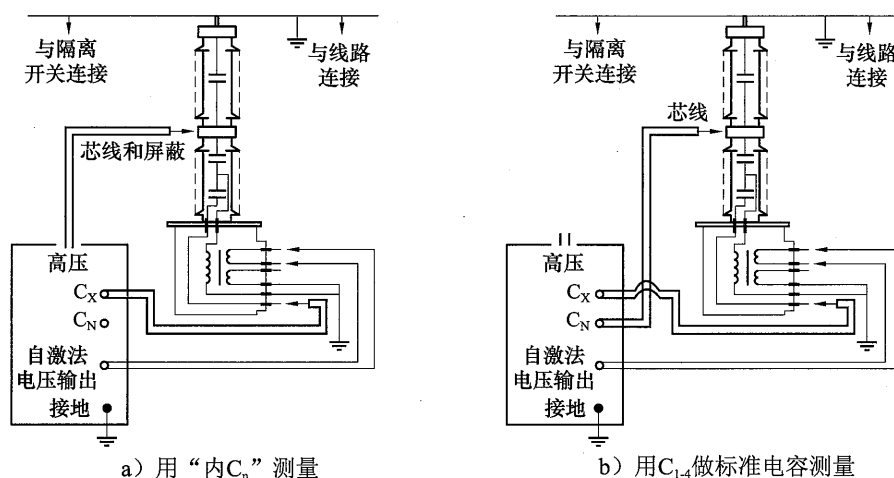


图 46 高压下节 ( $C_{1-4}$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线

d) 采用自激法测量下节 ( $C_2$ ) 电容量和介质损耗因数，测量接线如图 47 所示。

图 47 下节 ( $C_2$ ) 电容量和介质损耗因数测量接线

## 6.6.4 电磁式电压互感器

### 6.6.4.1 现场条件

母线隔离开关处于分闸状态，一次侧不拆或可拆地线。

### 6.6.4.2 测量方法

#### 6.6.4.2.1 一次对二次及地的绝缘电阻测量

母线隔离开关处于分闸状态，拆除一次侧挂接的地线，测量接线如图 48 所示。

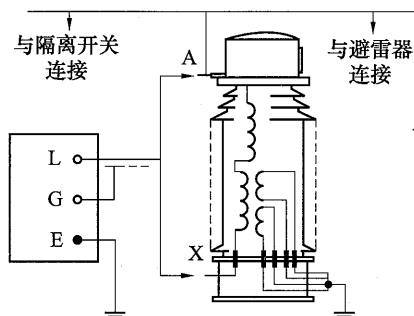


图 48 电磁式电压互感器主绝缘电阻测量接线

#### 6.6.4.2.2 电容量和介质损耗因数测量

可采用两种方法测量电磁式电压互感器的电容量和介质损耗因数，分别如下。

a) 首端屏蔽法测量。母线隔离开关处于分闸状态，一次侧挂接地线，测量接线如图 49 所示。

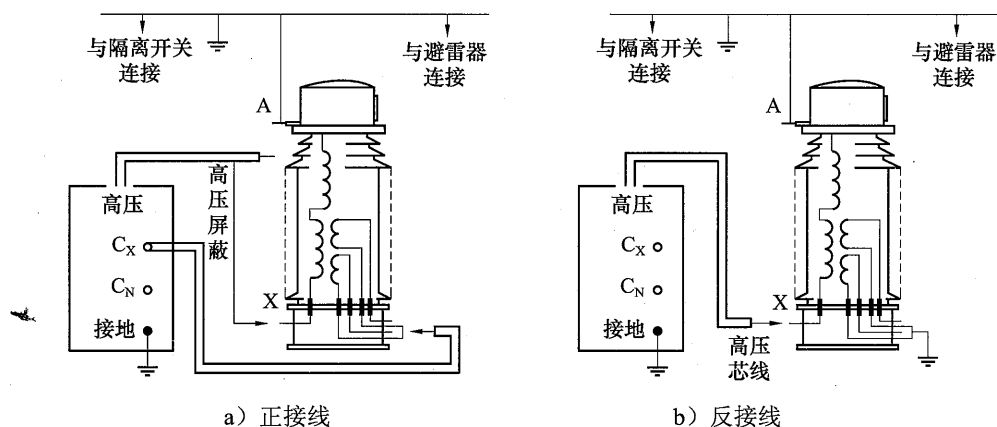


图 49 电磁式电压互感器电容量和介质损耗因数测量接线

b) 正接线测量。母线隔离开关处于分闸状态，拆除一次侧挂接地线，测量接线如图 50 所示。

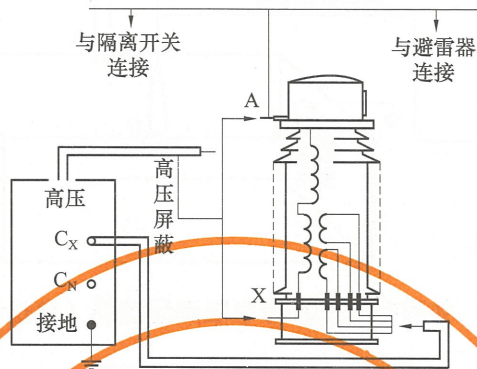


图 50 电磁式电压互感器电容量和介质损耗因数测量接线

6.7 并联电抗器

6.7.1 现场条件

线路并联电抗器与线路间应有隔离开关，在试验前拆除中性点引线，需运行人员配合高压侧接地开关的分合操作。涉及从铁芯、夹件采取测量信号的试验项目在试验前应确认铁芯、夹件的绝缘电阻良好。

6.7.2 测量方法

6.7.2.1 绕组绝缘电阻、吸收比和极化指数的测量

测量时应采用屏蔽法测出绕组与铁芯、夹件之间的绝缘。同时，宜采用常规法测量绕组对地的绝缘作为参考数据，两种测量方法分别如下。

- a) 屏蔽法测量。绕组首尾短接后连接至绝缘电阻测试仪 L 端，铁芯、夹件接绝缘电阻测试仪 E 端，绝缘电阻测试仪 G 端接地，测量接线如图 51 所示。

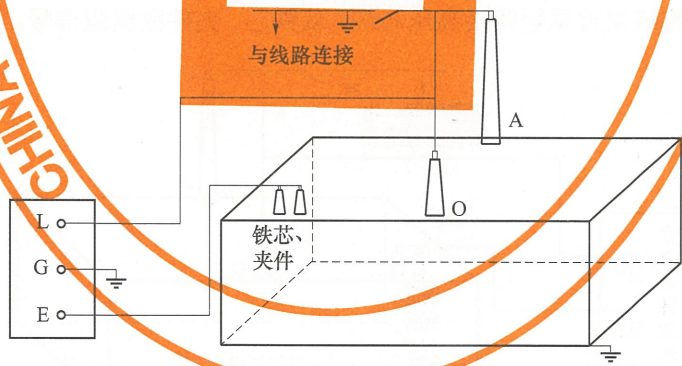


图 51 并联电抗器绝缘电阻测量接线（屏蔽法）

- b) 常规法测量。绕组首尾短接后连接绝缘电阻测试仪的 L 端，绝缘电阻测试仪 E 端接地，铁芯、夹件接地，常规法测量数据作为参考数据与历史和相间比较，测量接线如图 52 所示。

6.7.2.2 铁芯、夹件绝缘电阻测量

铁芯、夹件绝缘电阻测量时，应分别测量对地及二者之间的绝缘电阻。

6.7.2.3 绕组直流泄漏电流的测量

应将绕组首尾短接后串接电流表至直流高压，铁芯、夹件串接电流表接地，测量时若电流表读数波动幅度较大时宜加装滤波装置，高压侧电流表读数作为参考数据与历史和相间比较，测量接线如图 53 所示。

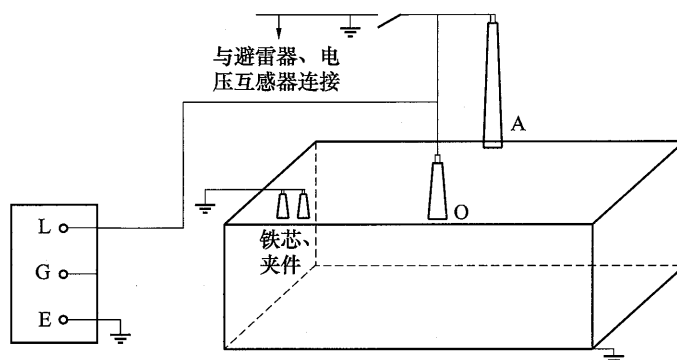


图 52 并联电抗器绝缘电阻测量接线（常规法）

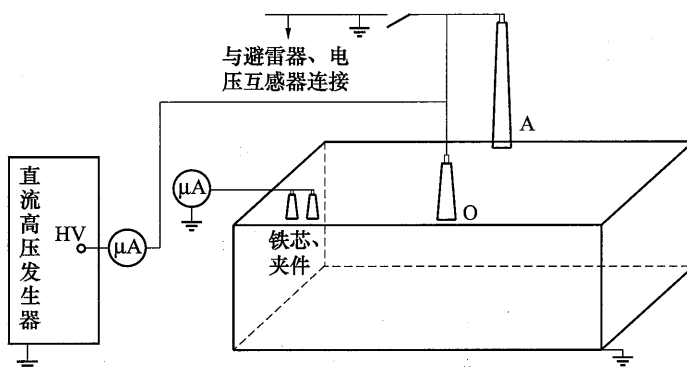
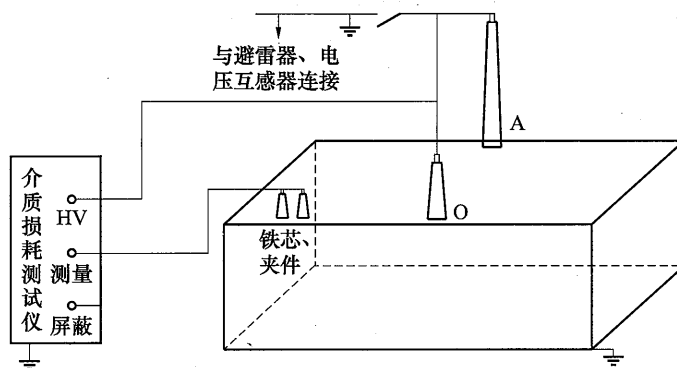


图 53 并联电抗器绕组直流泄漏电流测量接线

#### 6.7.2.4 绕组介质损耗因数 $\tan\delta$ 及电容量 C 的测量

测量时应采用正接线测出绕组与铁芯、夹件之间的介质损耗因数  $\tan\delta$  及电容量 C, 宜采用反接线测量绕组对地的介质损耗因数  $\tan\delta$  及电容量作为参考数据, 两种方法分别如下:

a) 正接线测量。应将绕组首尾短路接高压芯线，从铁芯、夹件取测量信号，测量接线如图 54 所示。

图 54 并联电抗器绕组介质损耗因数  $\tan\delta$  及电容量 C 测量接线

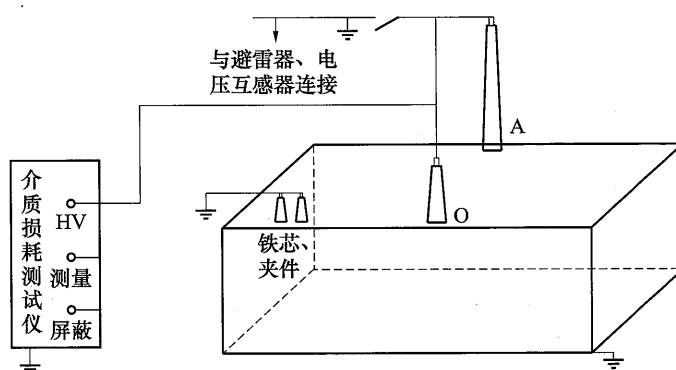
b) 反接线测量。铁芯、夹件应接地，反接线的测量数据作为参考数据与历史和相间比较，测量接线如图 55 所示。

#### 6.7.2.5 电容型套管介质损耗因数 $\tan\delta$ 、电容值 C、主绝缘电阻及末屏绝缘电阻测量

电容型套管介质损耗因数  $\tan\delta$ 、电容值  $C$ 、主绝缘电阻及末屏绝缘电阻测量方法参照 6.1.2.6 节进行。

#### 6.7.2.6 绕组直流电阻测量

应将高压侧首端接地、尾端开路，在高压侧首端和尾端间测量绕组直流电阻。

图 55 并联电抗器绕组介质损耗因数  $\tan\delta$  及电容量  $C$  测量接线

## 6.8 金属氧化物避雷器

### 6.8.1 一般规定

750kV 金属氧化物避雷器为四节安装结构，330kV、500kV 金属氧化物避雷器一般为三节安装结构（330kV 避雷器也有两节安装结构），220kV 金属氧化物避雷器为两节安装结构。规定 750kV 金属氧化物避雷器从上至下分别为  $PB_1$ 、 $PB_2$ 、 $PB_3$ 、 $PB_4$ ，330kV（三节安装结构）及 500kV 金属氧化物避雷器从上至下分别为  $PB_1$ 、 $PB_2$ 、 $PB_3$ ，330kV（两节安装结构）及 220kV 金属氧化物避雷器从上至下分别为  $PB_1$ 、 $PB_2$ 。

### 6.8.2 现场条件

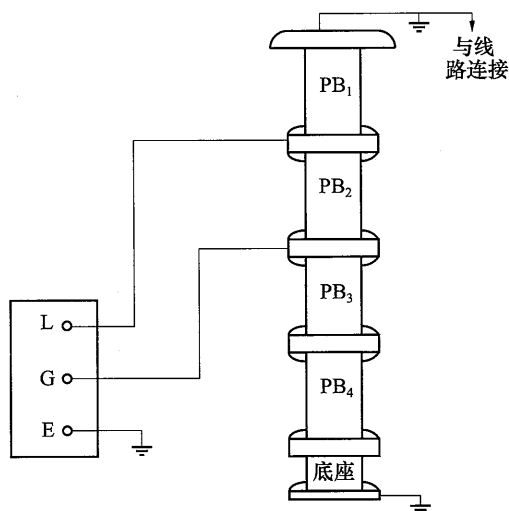
220kV 及以上金属氧化物避雷器在进行试验时，无需拆除金属氧化物避雷器高压引线，金属氧化物避雷器侧接地开关无需分开（两节安装结构金属氧化物避雷器上节避雷器直流参考电压试验时除外）。

### 6.8.3 测量方法

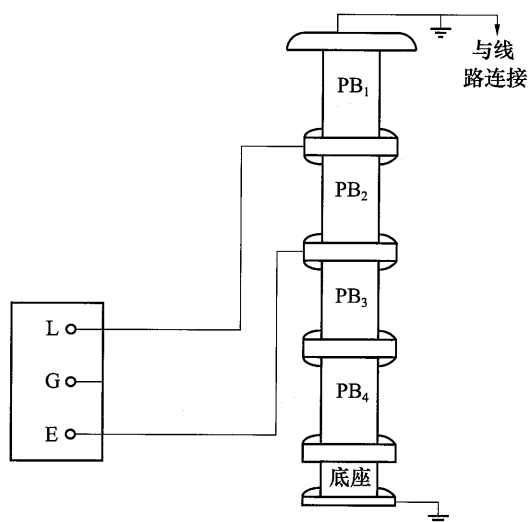
#### 6.8.3.1 绝缘电阻测量

金属氧化物避雷器  $PB_1$ 、 $PB_2$ 、 $PB_3$ 、 $PB_4$  及底座绝缘电阻测量方法如下。

- a)  $PB_1$  绝缘电阻测量。对于结构为两节及以上金属氧化物避雷器， $PB_1$  绝缘电阻测量方法为：应在  $PB_1$  下端加高压， $PB_2$  下端接屏蔽线，绝缘电阻测试仪“E”应接地，测量接线如图 56 所示。

图 56  $PB_1$  绝缘电阻测量接线

- b)  $PB_2$ 、 $PB_3$ 、 $PB_4$  绝缘电阻测量。 $PB_2$ 、 $PB_3$ 、 $PB_4$  绝缘电阻测量方法相同，应在被测避雷器上端加高压，下端接绝缘电阻测试仪“E”，测量接线如图 57 所示（以 750kV 金属氧化物避雷器  $PB_2$  绝缘电阻测量为例）。

图 57 PB<sub>2</sub>绝缘电阻测量接线

- c) 底座绝缘电阻测量。应打开底座上端与计数器之间的连板，在底座上端加高压，在 PB<sub>4</sub> 上端接屏蔽线，绝缘电阻测试仪“E”接地，测量接线如图 58 所示。

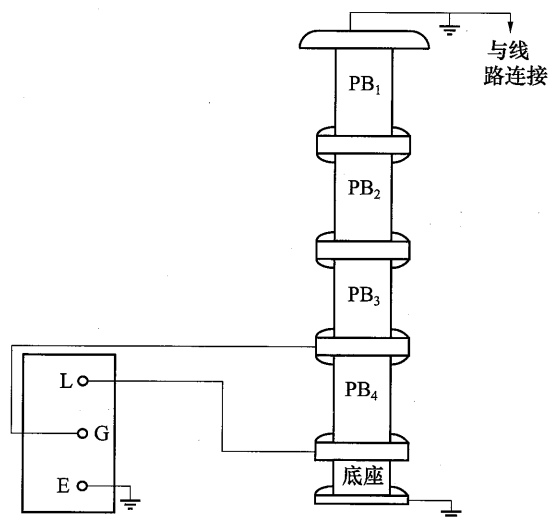


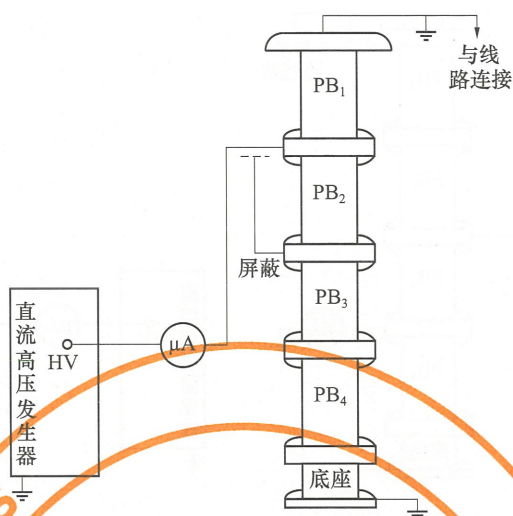
图 58 底座绝缘电阻测量接线

### 6.8.3.2 直流参考电压 $U_{1mA}$ 及 $75\%U_{1mA}$ 参考电压下直流泄漏电流测量

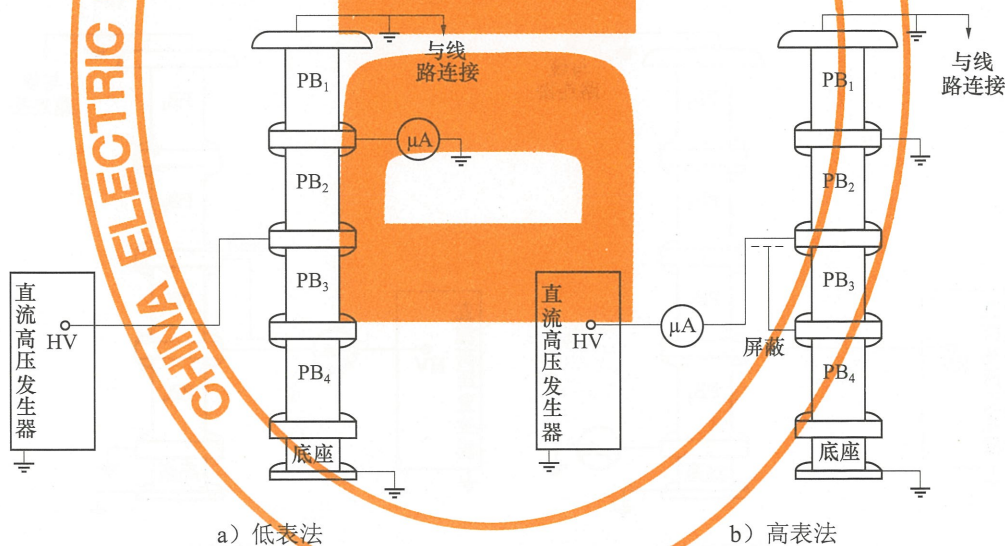
#### 6.8.3.2.1 750kV 金属氧化物避雷器 $U_{1mA}$ 及 $75\%U_{1mA}$ 下直流泄漏电流测量

对于 750kV 金属氧化物避雷器 PB<sub>1</sub>、PB<sub>2</sub>、PB<sub>3</sub>、PB<sub>4</sub>，其直流参考电压  $U_{1mA}$  及  $75\%U_{1mA}$  参考电压下直流泄漏电流测量方法如下。

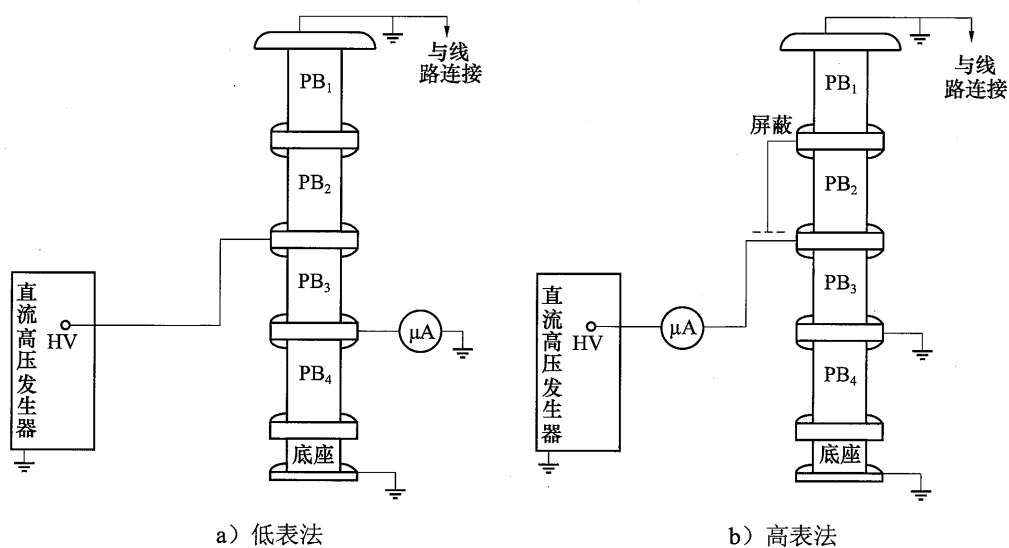
- PB<sub>1</sub>  $U_{1mA}$  参考电压及  $75\%U_{1mA}$  下直流泄漏电流测量。进行 PB<sub>1</sub> 直流试验时，应将电流表串接在直流高压发生器高压侧，高压线接至 PB<sub>1</sub> 下端，PB<sub>2</sub> 下端接屏蔽线，当电流表读数为 1mA 时，直流高压发生器的输出电压即为第一节避雷器直流 1mA 参考电压  $U_{1mA}$ ，当直流高压发生器输出电压降为  $0.75U_{1mA}$  时，电流  $I$  即为  $75\%U_{1mA}$  参考电压下的泄漏电流。PB<sub>1</sub> 直流试验接线如图 59 所示。
- PB<sub>2</sub>  $U_{1mA}$  及  $75\%U_{1mA}$  下直流泄漏电流测量。进行 PB<sub>2</sub> 直流试验时可采用两种方法：
  - 低表法：应从 PB<sub>2</sub> 下端加压，上端串接电流表接地。

图 59 PB<sub>1</sub> 避雷器试验接线

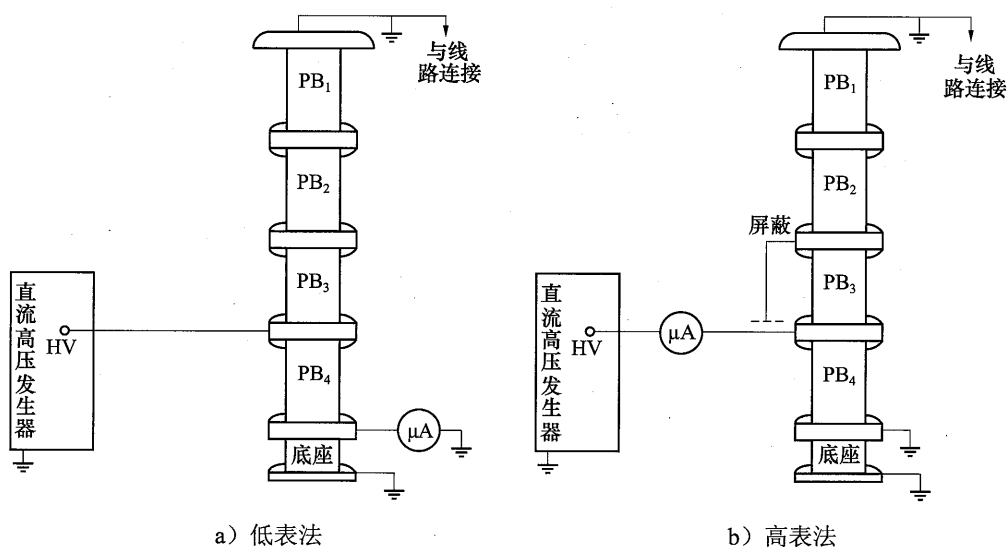
- 2) 高表法: 应将电流表串接在直流高压发生器高压侧, PB<sub>2</sub> 下端加压, 上端接地, PB<sub>3</sub> 下端接屏蔽线。当电流表读数为 1mA 时, 直流高压发生器的输出电压即为第一节避雷器直流 1mA 参考电压  $U_{1mA}$ , 当直流高压发生器输出电压降为  $0.75U_{1mA}$  时, 电流  $I$  即为  $75\%U_{1mA}$  参考电压下的泄漏电流。PB<sub>2</sub> 直流试验接线如图 60 所示。

图 60 PB<sub>2</sub> 避雷器试验接线

- c) PB<sub>3</sub> $U_{1mA}$  及  $75\%U_{1mA}$  下直流泄漏电流测量。进行 PB<sub>3</sub> 直流试验时可采用两种方法:
- 1) 低表法: 应从 PB<sub>3</sub> 上端加压, 下端串接电流表接地。
  - 2) 高表法: 应将电流表串接在直流高压发生器高压侧, PB<sub>2</sub> 下端加压, 上端接屏蔽线, PB<sub>3</sub> 下端接地。当电流表读数为 1mA 时, 直流高压发生器的输出电压即为第一节避雷器直流 1mA 参考电压  $U_{1mA}$ , 当直流高压发生器输出电压降为  $0.75U_{1mA}$  时, 电流  $I$  即为  $75\%U_{1mA}$  参考电压下的泄漏电流。PB<sub>3</sub> 直流试验接线如图 61 所示。
- d) PB<sub>4</sub> $U_{1mA}$  及  $75\%U_{1mA}$  下泄漏电流测量。进行 PB<sub>4</sub> 直流试验时可采用两种方法:
- 1) 低表法: 应打开底座上端与计数器之间的连板, PB<sub>4</sub> 上端加压, 下端串接电流表接地。

图 61 PB<sub>3</sub>避雷器试验接线

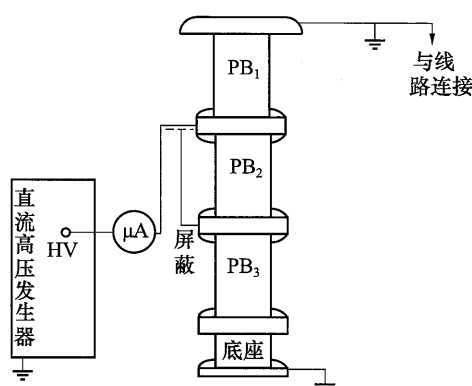
- 2) 高表法：应将电流表串接在直流高压发生器高压侧，PB<sub>3</sub> 下端加压，上端接屏蔽线，PB<sub>4</sub> 下端接地。当电流表读数为 1mA 时，直流高压发生器的输出电压即为第一节避雷器直流 1mA 参考电压  $U_{1mA}$ ，当直流高压发生器输出电压降为  $0.75U_{1mA}$  时，电流  $I$  即为  $75\%U_{1mA}$  参考电压下的泄漏电流。PB<sub>4</sub> 直流试验接线如图 62 所示。

图 62 PB<sub>4</sub>避雷器试验接线

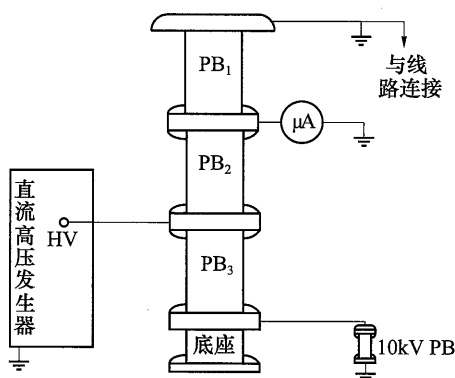
#### 6.8.3.2.2 330kV（结构为三个单节避雷器）及 500kV 金属氧化物避雷器 $U_{1mA}$ 及 $75\%U_{1mA}$ 泄漏电流测量

对于 330kV（结构为三个单节避雷器）及 500kV 金属氧化物避雷器 PB<sub>1</sub>、PB<sub>2</sub>、PB<sub>3</sub>，其直流参考电压  $U_{1mA}$  及  $75\%U_{1mA}$  参考电压下直流泄漏电流测量方法分别为：

- a) PB<sub>1</sub>  $U_{1mA}$  及  $75\%U_{1mA}$  下泄漏电流测量。进行 PB<sub>1</sub> 直流试验时，应将电流表串接在直流高压发生器高压侧，高压线接至 PB<sub>1</sub> 下端，PB<sub>2</sub> 下端接屏蔽线。当电流表读数为 1mA 时，直流高压发生器的输出电压即为第一节避雷器直流 1mA 参考电压  $U_{1mA}$ ，当直流高压发生器输出电压降为  $0.75U_{1mA}$  时，电流  $I$  即为  $75\%U_{1mA}$  参考电压下的泄漏电流。PB<sub>1</sub> 直流试验接线如图 63 所示。

图 63 PB<sub>1</sub>避雷器测量接线

- b) PB<sub>2</sub> $U_{1mA}$  及 75% $U_{1mA}$  下泄漏电流测量。进行 PB<sub>2</sub> 直流试验时, 应从 PB<sub>2</sub> 下端加压, 上端串接电流表并接地。应打开底座上端与计数器之间的连板, 在 PB<sub>3</sub> 下端串接一个 10kV 避雷器并将其低压端接地。当电流表读数为 1mA 时, 直流高压发生器的输出电压即为第二节避雷器直流 1mA 参考电压  $U_{1mA}$ , 当直流高压发生器输出电压降为 0.75 $U_{1mA}$  时, 电流  $I$  即为 75% $U_{1mA}$  参考电压下的泄漏电流。PB<sub>2</sub> 直流试验接线如图 64 所示。

图 64 PB<sub>2</sub>避雷器测量接线

- c) PB<sub>3</sub> $U_{1mA}$  及 75% $U_{1mA}$  下泄漏电流测量。进行 PB<sub>3</sub> 直流试验时, 应打开 PB<sub>3</sub> 下端与避雷器计数器之间连板, 试验时可采用如下两种方法。
- 1) 低表法: 应从 PB<sub>3</sub> 上端加压, 下端串接电流表接地。
  - 2) 高表法: 应将电流表串接在直流高压发生器高压侧, PB<sub>2</sub> 下端加压, 上端接屏蔽线, PB<sub>3</sub> 下端接地。当电流表读数为 1mA 时, 直流高压发生器的输出电压即为第三节避雷器直流 1mA 参考电压  $U_{1mA}$ , 当直流高压发生器输出电压降为 0.75 $U_{1mA}$  时, 电流  $I$  即为 75% $U_{1mA}$  参考电压下的泄漏电流。PB<sub>3</sub> 直流试验接线如图 65 所示。

#### 6.8.3.2.3 330kV (结构为两个单节避雷器) 及 220kV 金属氧化物避雷器 $U_{1mA}$ 及 75% $U_{1mA}$ 泄漏电流测量

对于 330kV (结构为两个单节避雷器) 金属氧化物避雷器 PB<sub>1</sub>、PB<sub>2</sub>, 其直流参考电压  $U_{1mA}$  及 75% $U_{1mA}$  参考电压下直流泄漏电流测量方法如下。

- a) PB<sub>1</sub> $U_{1mA}$  及 75% $U_{1mA}$  下直流泄漏电流测量。进行 PB<sub>1</sub> 直流试验时, 应从 PB<sub>1</sub> 下端加压, 在 PB<sub>2</sub> 下端串接一个 10kV 避雷器并将其低压端接地。当电流表读数为 1mA 时, 直流高压发生器的输出电压即为 PB<sub>1</sub> 的 1mA 直流参考电压  $U_{1mA}$ , 当直流高压发生器输出电压降为 0.75 $U_{1mA}$  时, 电

流  $I$  即为  $75\%U_{1mA}$  参考电压下的泄漏电流。PB<sub>1</sub> 试验接线如图 66 所示。

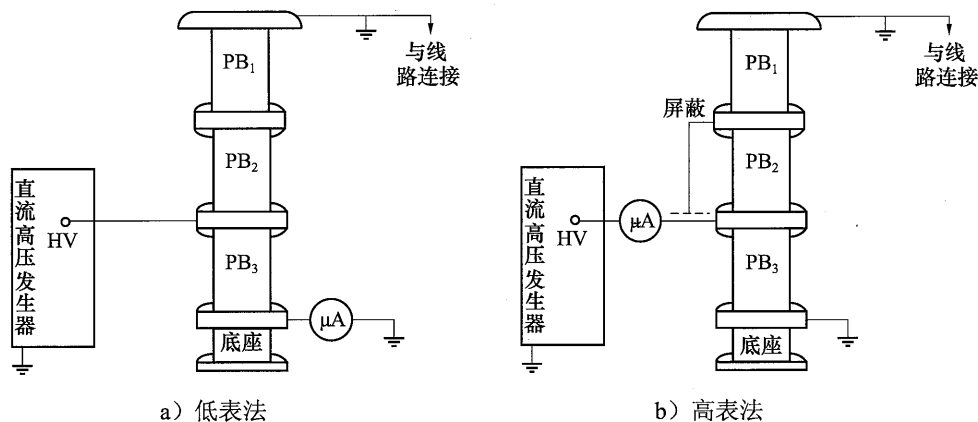


图 65 PB<sub>3</sub> 避雷器测量接线

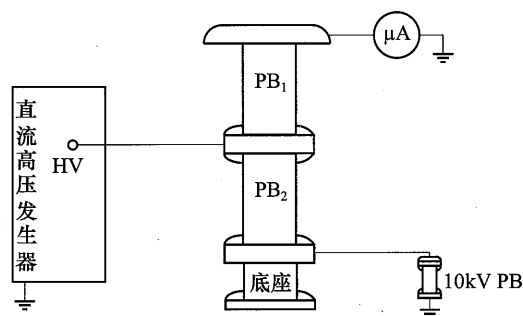


图 66 PB<sub>1</sub> 避雷器测量接线 (接地开关分)

在实际试验时, 如与避雷器相连的接地开关不允许打开, 应按下述方法进行 PB<sub>1</sub> 直流试验: 在直流高压发生器高压侧串接电流表, PB<sub>2</sub> 下端再串接一电流表经 10kV 避雷器接地。当  $I-I_1=1mA$  时, 则流经 PB<sub>1</sub> 的电流即为 1mA, 此时直流高压发生器的输出电压即为 PB<sub>1</sub> 的直流 1mA 参考电压  $U_{1mA}$ , 当直流高压发生器输出电压降为  $0.75U_{1mA}$  时, 电流  $I$  即为  $75\%U_{1mA}$  参考电压下的泄漏电流。PB<sub>1</sub> 试验接线如图 67 所示。

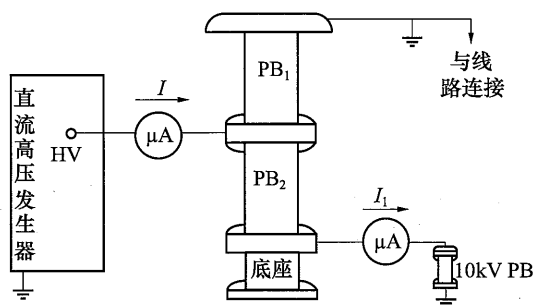


图 67 PB<sub>1</sub> 避雷器测量接线 (接地开关合)

- b) PB<sub>2</sub> $U_{1mA}$  及  $75\%U_{1mA}$  下泄漏电流测量。进行 PB<sub>2</sub> 直流试验时, 应打开 PB<sub>2</sub> 下端与避雷器计数器之间连板, 应从 PB<sub>2</sub> 上端施加直流电压, 下端串接电流表接地, PB<sub>1</sub> 上端串接一个 10kV 避雷器接地。试验时, 打开与金属氧化物避雷器相连的接地开关, 试验结束立即合上接地开关。则当电流表读数为 1mA 时, 直流高压发生器的输出电压即为 PB<sub>1</sub> 的直流 1mA 参考电压  $U_{1mA}$ , 直流高压发生器输出电压降为  $0.75U_{1mA}$  时, 电流  $I$  即为  $75\%U_{1mA}$  参考电压下的泄漏电流。PB<sub>2</sub>

试验接线如图 68 所示。

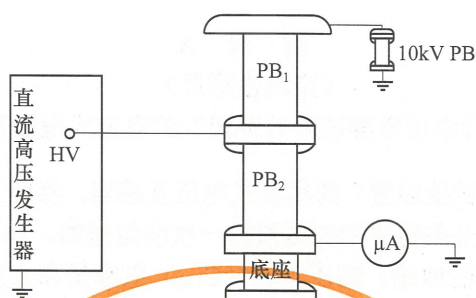


图 68  $PB_2$  避雷器测量接线

## 7 试验结果分析方法

7.1 试验结果判断标准可参考 DL/T 393 相关规定。

7.2 进行不拆高压引线试验数据分析时，应特别注意进行历次试验数据的比较，注意数据的变化量，必要时应用显著性差异分析法对数据进行分析。

## 附 录 A

### (资料性附录)

#### “可现场进行中压电容试验的装置”的电容式电压互感器试验

带有“可现场进行中压电容试验装置”的电容式电压互感器，实际上是在电压互感器电磁部分增加的一个测量开关，在试验时测量开关将中间变压器的一次绕组短路，如图 A.1 所示。

拆除电压互感器高压端挂接的地线，高压下节 ( $C_{1-4}$ ) 电容量和介质损耗因数也可通过正接线或反接线进行测量，而正接线测量的准确度相对较高。

下节电容器 ( $C_2$ ) 电容量和介质损耗因数可通过正接线进行测量，测量的准确度相对较高。

如果测量开关出现接触不良，将会对测量结果，尤其是介质损耗因数的数值造成较大的测量误差。

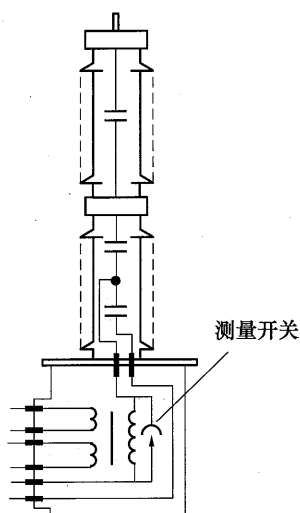


图 A.1 带有测量开关的电容式电压互感器

中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
交流变电设备不拆高压引线试验导则  
DL/T 1331—2014

\*

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>)  
北京九天众诚印刷有限公司印刷

\*

2014年8月第一版 2014年8月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 2印张 60千字  
印数 0001—3000册

\*

统一书号 155123·1971

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



关注我，关注更多好书



155123.1971

上架建议：规程规范/电力工程