

**Q/GDW**

**国家电网公司企业标准**

**Q/GDW 11317—2014**

# **输电线路杆塔工频接地电阻测量导则**

Guide for power frequency ground resistance measurement of  
transmission line poles & towers



2015-02-26 发布

2015-02-26 实施

国家电网公司

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 一般规定.....	2
5 三极法.....	3
6 钳表法.....	6
7 杆塔工频接地电阻季节系数.....	7
附录 A (资料性附录) 架空输电线路杆塔钳表法增量的估算.....	9
附录 B (资料性附录) 架空输电线路杆塔的工频接地电阻.....	14
附录 C (资料性附录) 输电线路杆塔工频接地电阻季节系数在线监测测量方法.....	15
编 制 说 明.....	16



中国电科院  
www.musenyw.com

## 前 言

为规范输电线路杆塔工频接地电阻测量方法，提高测量准确性，制定本导则。

本导则附录A、附录B和附录C为资料性附录。

本导则由国家电网公司运维检修部提出并负责解释。

本导则由国家电网公司科技部归口。

本导则主要起草单位：国网河北省电力公司、武汉大学

本导则主要起草人：贾伯岩、关巍、王建国、李显强、王剑、孙翠英、蔡力、段志国、李国鹏、郑雄伟、张志猛、梁利辉、魏明磊

本导则首次发布。



风电-光伏电站交接试验  
www.musenyw.com  
400-780-9868

# 输电线路杆塔工频接地电阻测量导则

## 1 范围

本导则规定了杆塔工频接地电阻测量的术语和定义、杆塔工频接地电阻的测量方法以及接地电阻季节系数测量方法。

本导则适用于35kV及以上交、直流架空输电线路。

## 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，仅所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 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范

GB 50065 交流电气装置的接地设计规范

DL/T 475 接地装置特性参数测量导则

DL/T 845.2 电阻测量装置通用技术条件 第2部分：工频接地电阻测试仪

DL/T 887 杆塔工频接地电阻测量

## 3 术语和定义

GB/T 50064、GB 50065 确定的以及下列术语和定义适用于本导则。

### 3.1

**接地 earth**

在系统、装置或设备的给定点与局部地之间做电连接。

### 3.2

**接地极 earthing electrode**

埋入土壤或特定的导电介质（如混凝土或焦炭）中与大地有电接触的可导电部分。

### 3.3

**接地引下线 earthing conductor**

电气装置、设施的接地端子与接地极连接用的金属导电部分。

注：对于杆塔接地引下线的连接，有的杆塔是一根或多根接地极在杆塔基础内或在地中金属连接后再通过一根或多根接地引下线与杆塔塔身相连，有的杆塔的接地极是分别通过各自的接地引下线直接与杆塔塔身相连。

### 3.4

**接地装置 earthing connection**

接地线和接地极的总和。

3.5

**工频接地电阻** power frequency earthing resistance

根据通过接地极流入地中工频交流电流求得的电阻。

3.6

**三极法** three-pole method (fall-of-potential method)

由接地装置、电流极和电压极组成的三个电极测量接地装置接地电阻的方法。

3.7

**电流极** current electrode

为给大地注入测量接地电阻所需的测试电流而临时布置入地中的导体。

3.8

**电压极** voltage electrode

为测量接地电阻所选的参考零电位而临时布置入地中的导体。

3.9

**钳表法** clamp ground resistance tester method

使用钳形接地电阻测试仪对有地线且多基杆塔地线直接接地的架空输电线路杆塔接地装置的工频接地电阻进行测试的方法。

3.10

**钳表法增量** increment of clamp ground resistance tester method

使用钳表法测量杆塔接地电阻时, 测量得到的回路电阻与接地装置接地电阻之间的差值称为钳表法增量。

3.11

**接地电阻季节系数** seasonal coefficients of earthing resistance

表层土壤干燥时的接地电阻与雷季中无雨水时的接地电阻之比。

## 4 一般规定

4.1 接地电阻测量内容包括接地极工频接地电阻和接地装置工频接地电阻, 例行试验进行各接地极工频接地电阻测量, 诊断性试验还应进行杆塔接地装置工频接地电阻测量。

4.2 新建杆塔工频接地电阻的验收应采用三极法测量。

4.3 220kV 及以上输电线路杆塔工频接地电阻测量应采用三极法。

4.4 110kV 及以下输电线路杆塔工频接地电阻例行试验, 在符合本导则 6.1 规定的情况下可采用钳表法测量。第一次采用钳表法测量时, 应同时使用三极法进行对比测量, 确定钳表法增量。

4.5 使用三极法测量杆塔工频接地电阻时, 电极布置方式可采用直线布置、夹角布置和反向远离布置。

4.6 例行试验应在干燥季节和土壤未冻结时进行, 不应在雷、雨、雪天气进行。

4.7 诊断性试验应采用三极法测量杆塔接地装置工频接地电阻, 不应在雷雨后立即进行。

4.8 测量应遵守现场安全规定。被测杆塔附近有雷电活动时应停止测量, 并撤离测量现场。

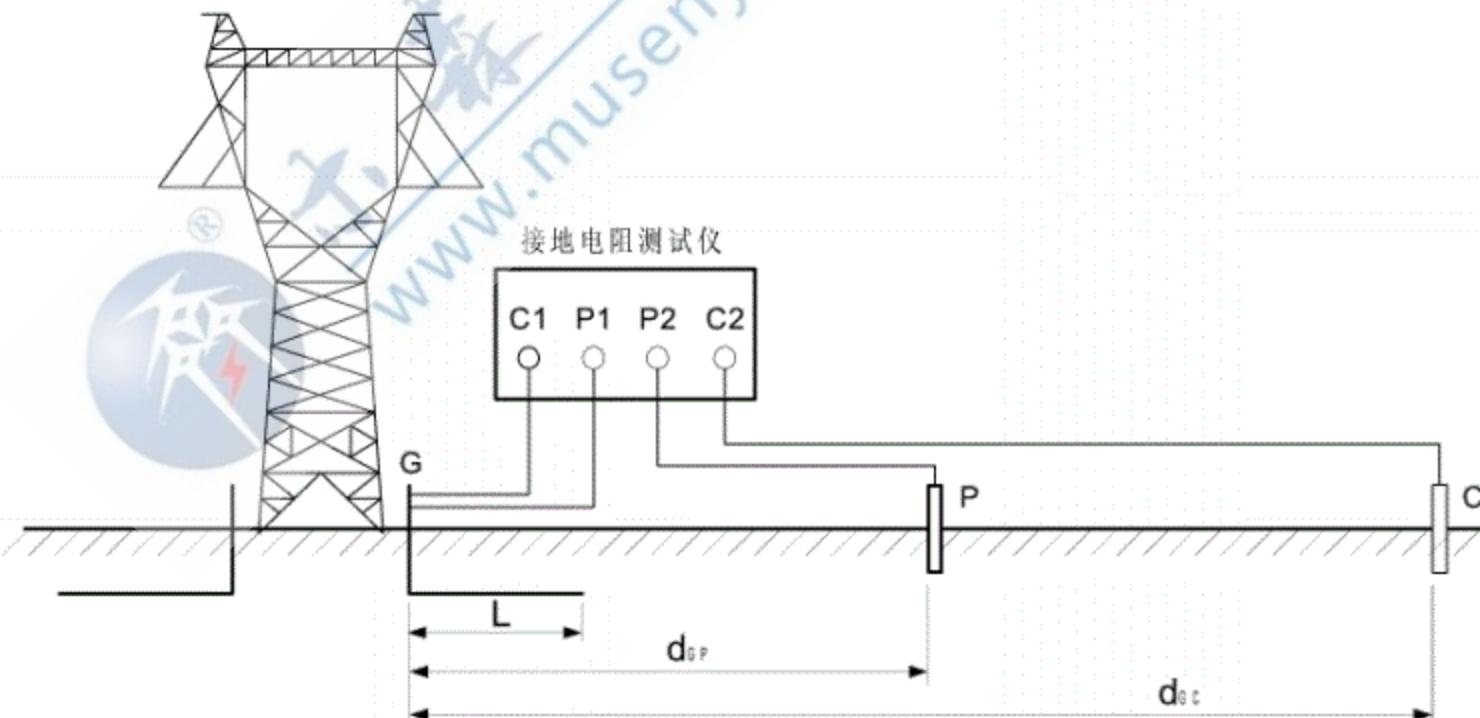
## 5 三极法

## 5.1 一般要求

- 5.1.1 测量杆塔接地极工频接地电阻时，应将各接地引下线与杆塔解开，对各接地极工频接地电阻分别测量。测量杆塔接地装置工频接地电阻时应先将各接地引下线与杆塔解开，再用绝缘金属导线将断开的各接地线并联，将杆塔接地装置作为整体测量。
- 5.1.2 测量前应核对被测杆塔的接地处布置型式和最大射线长度，以及各接地处之间是否存在环形连接。记录杆塔编号、接地处编号和天气情况。
- 5.1.3 电流极和电压极入地深度不应小于0.3m，与土壤接触良好。土壤电阻率较高的地区，可通过加大电流极入地深度、增加电流极导体根数、润湿电流极附近土壤等方式降低电流极与土壤之间的电阻。
- 5.1.4 布置电流极和电压极时，宜避免将电流极和电压极布置在杆塔接地装置的射线方向上。电压线及电流线布置宜与线路走向保持垂直，尽量避开地下金属管线。
- 5.1.5 采用三极法测量时，宜采用四端子接地电阻测试仪；若采用三端子接地电阻测试仪，应减小接地电阻测试仪G端子与接地装置之间的引线长度及接触电阻。
- 5.1.6 测量仪表应符合DL/T 845.2的要求。

## 5.2 直线布置方式

- 5.2.1 直线布置方式测量杆塔工频接地电阻接线示意图见图1，图1(a)为接地处工频接地电阻测量接线示意图，图1(b)为杆塔接地装置工频接地电阻测量接线示意图。电压极P和电流极C分别布置在离杆塔基础边缘 $d_{GC} \geq 4L$ 处和 $d_{GP}=0.6d_{GC}$ 处，L为杆塔接地极最大射线的长度。 $d_{GP}$ 为接地装置G和电压极P之间的直线距离， $d_{GC}$ 为接地装置G和电流极C之间的直线距离。
- 5.2.2 测量杆塔工频接地电阻 $d_{GC}$ 取4L有困难时，若接地装置周围土壤较为均匀， $d_{GC}$ 可以取3L，而 $d_{GP}$ 取1.85L。如果被测杆塔接地装置无射线，L可以按照不小于杆塔接地装置最大对角线选取。
- 5.2.3 当发现杆塔工频接地电阻的实测值与以往的测量结果有明显偏差时，应改变电极布置方向或增大电极的距离重新测量。



(a) 接地处工频接地电阻测量接线

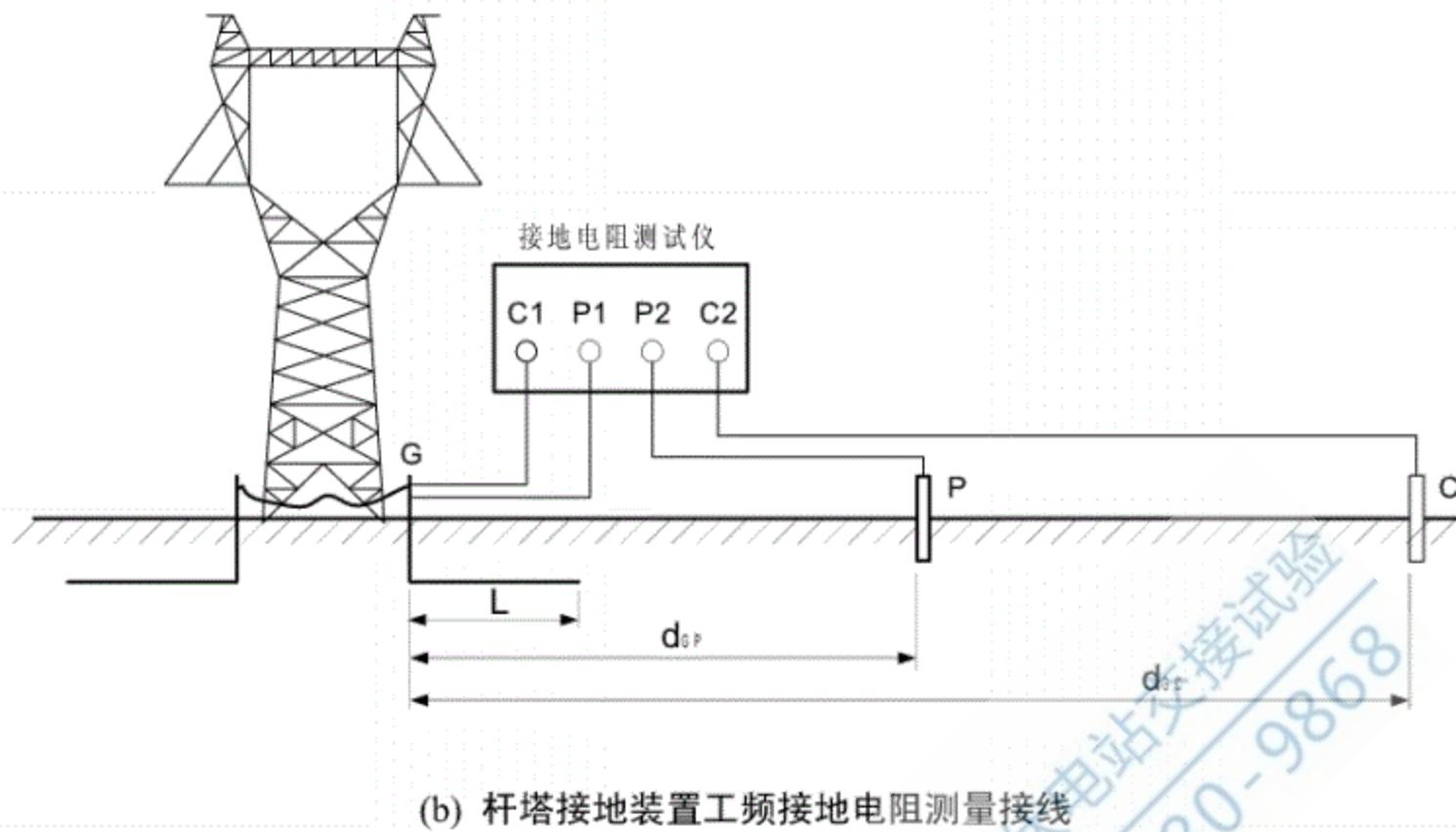
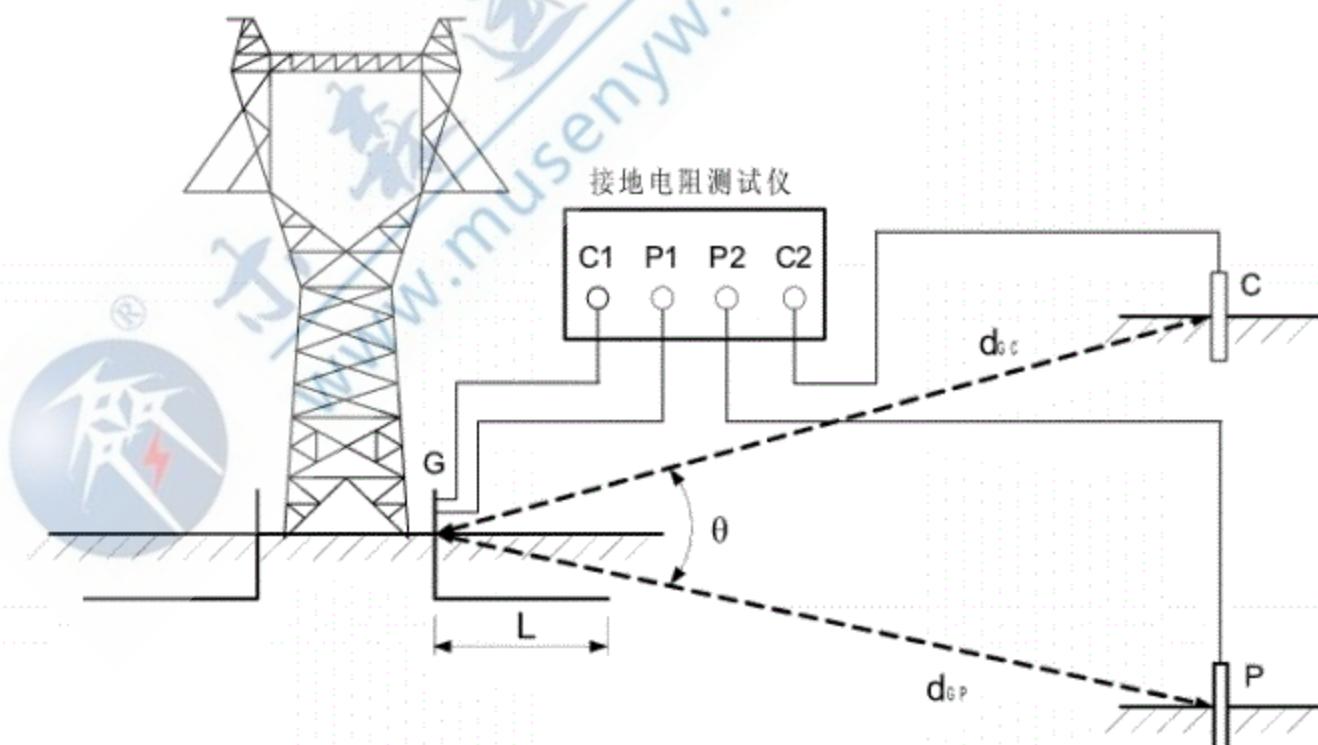


图 1 直线布置方式测量杆塔工频接地电阻接线示意图

### 5.3 夹角布置方式

5.3.1 如果接地装置周围的土壤电阻率较均匀, 可以采用电流线和电压线夹角布置方式测量杆塔工频接地电阻, 接线示意图见图 2, 图 2 (a) 为接地极工频接地电阻测量接线示意图, 图 2 (b) 为杆塔接地装置工频接地电阻测量接线示意图。

5.3.2 测量时电流线与电压线的夹角 $\theta$ 宜为  $30^\circ$ ,  $d_{GC}=d_{GP} \geq 2L$ ,  $L$  为杆塔接地极最大射线的长度。



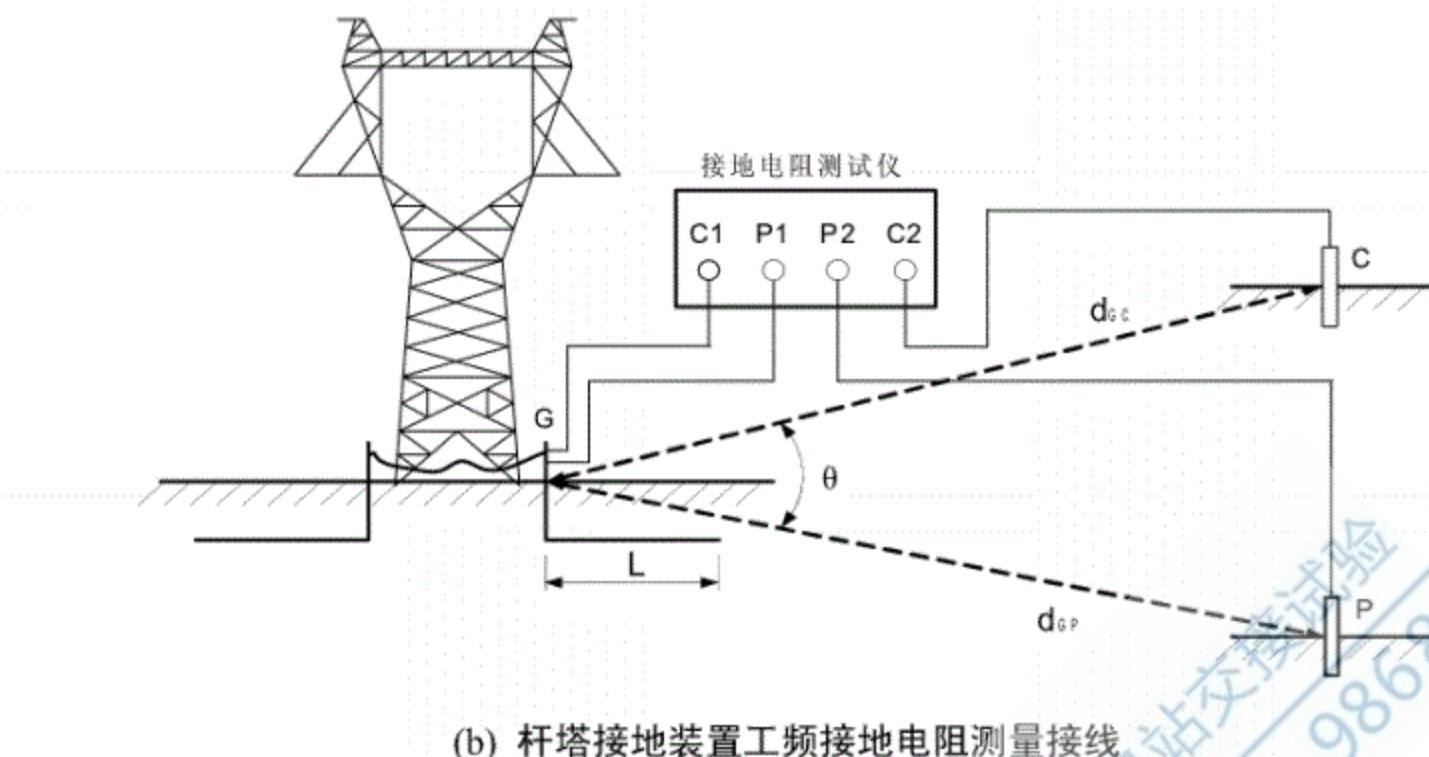


图 2 夹角布置方式测量杆塔工频接地电阻接线示意图

### 5.3.3 杆塔工频接地电阻按式(1)修正:

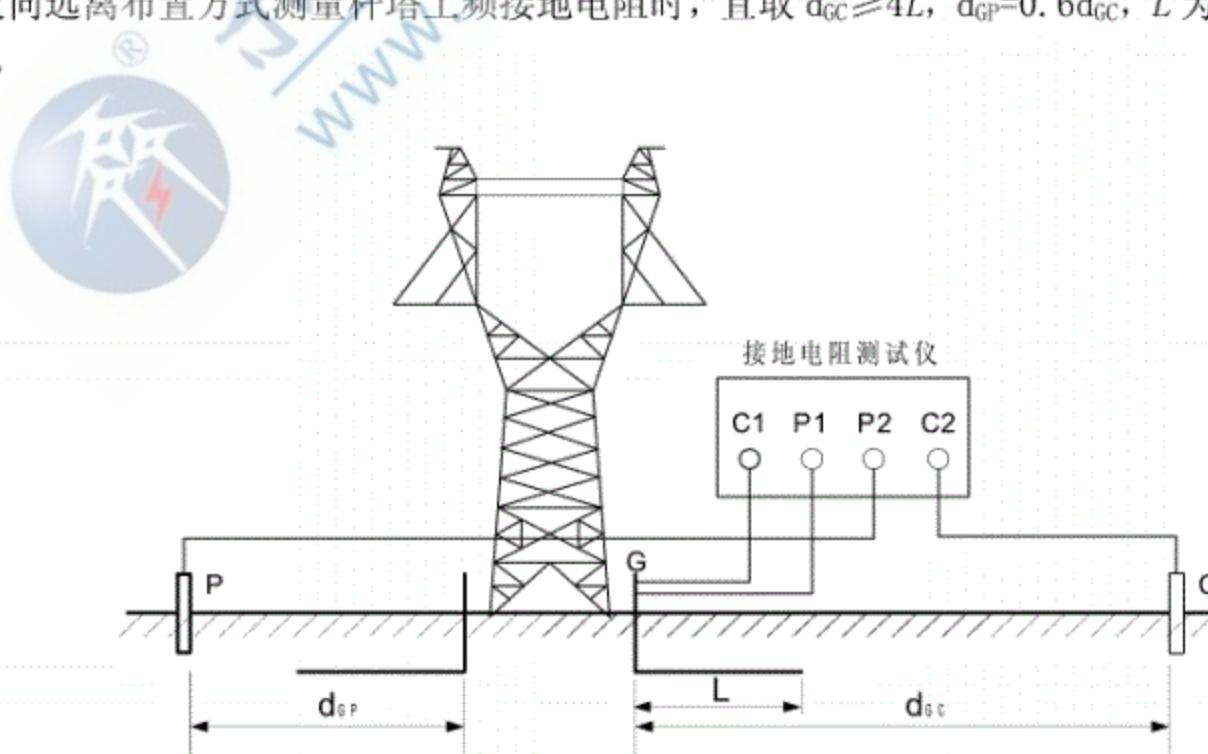
$$R = \frac{R_0}{1 - \frac{L}{2} \left[ \frac{1}{d_{GP}} + \frac{1}{d_{GC}} - \frac{1}{\sqrt{d_{GP}^2 + d_{GC}^2 - 2d_{GP}d_{GC}\cos\theta}} \right]} \quad (1)$$

式(1)中  $R$  为杆塔工频接地电阻,  $R_0$  为接地电阻的测量值,  $L$  为杆塔接地极最大射线的长度。

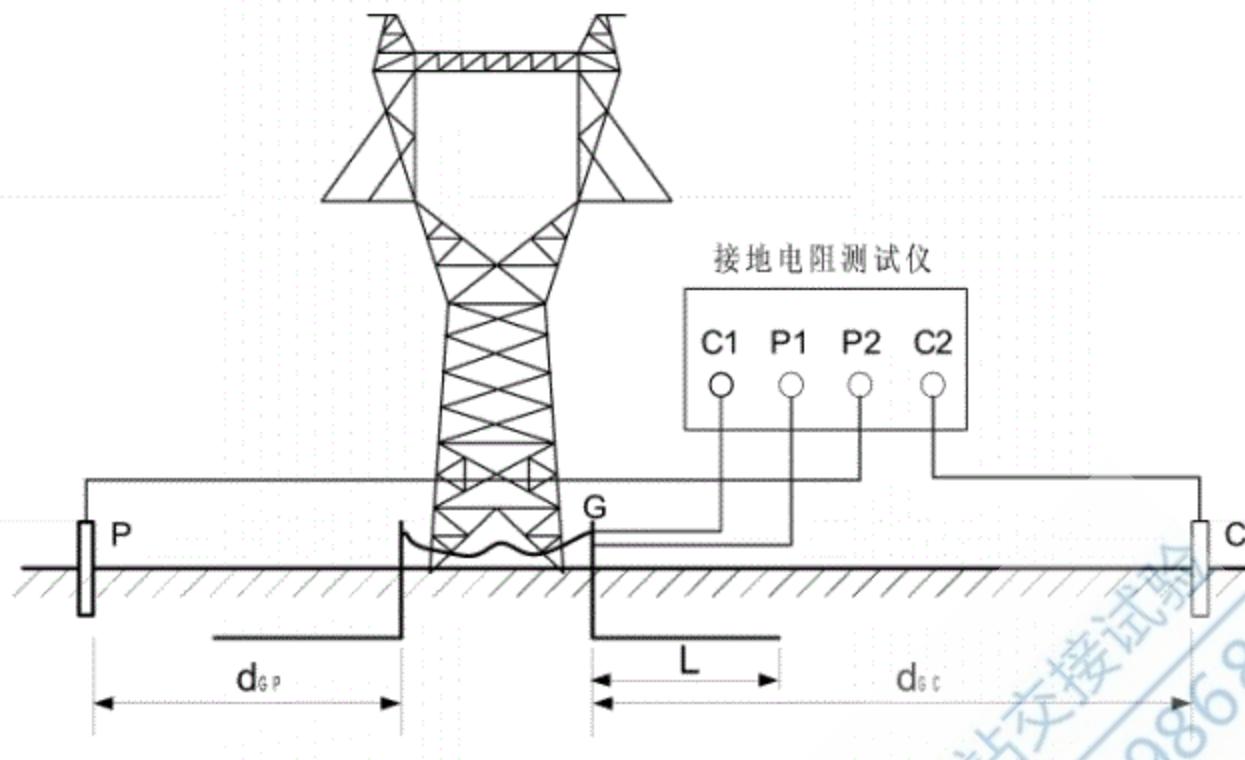
## 5.4 反向远离布置方式

5.4.1 反向远离布置方式测量杆塔工频接地电阻的接线示意图见图 3, 图 3(a) 为接地板工频接地电阻测量接线示意图, 图 3(b) 为杆塔接地装置工频接地电阻测量接线示意图。电流极和电压极分别布置在杆塔接地装置两侧。

5.4.2 反向远离布置方式测量杆塔工频接地电阻时, 宜取  $d_{GC} \geq 4L$ ,  $d_{GP}=0.6d_{GC}$ ,  $L$  为杆塔接地极最大射线的长度。



(a) 接地极工频接地电阻测量接线



(b) 杆塔接地装置工频接地电阻测量接线

图3 反向远离布置方式测量杆塔工频接地电阻接线示意图

## 6 钳表法

### 6.1 使用条件

架空输电线路的杆塔在满足以下条件时可以使用钳表法测量工频接地电阻：

- (1) 测量区段杆塔地线逐基接地；
- (2) 并联杆塔逐基接地数量要求不少于13基。

### 6.2 测量方法

6.2.1 钳表法测量杆塔工频接地电阻的接线示意图见图4，图4(a)为接地极工频接地电阻测量接线示意图，图4(b)为杆塔接地装置工频接地电阻测量接线示意图。

6.2.2 钳表法测量接地极工频接地电阻时，只保留被测接地极接地引下线与杆塔塔身相连，其余接地引下线均应与杆塔塔身断开。

6.2.3 钳表法测量杆塔接地装置工频接地电阻时，应只保留被测杆塔一根接地引下线与杆塔塔身相连，其余接地引下线均应与杆塔塔身断开，并用绝缘金属导线将断开的其他接地引下线与被保留的接地引下线并联。

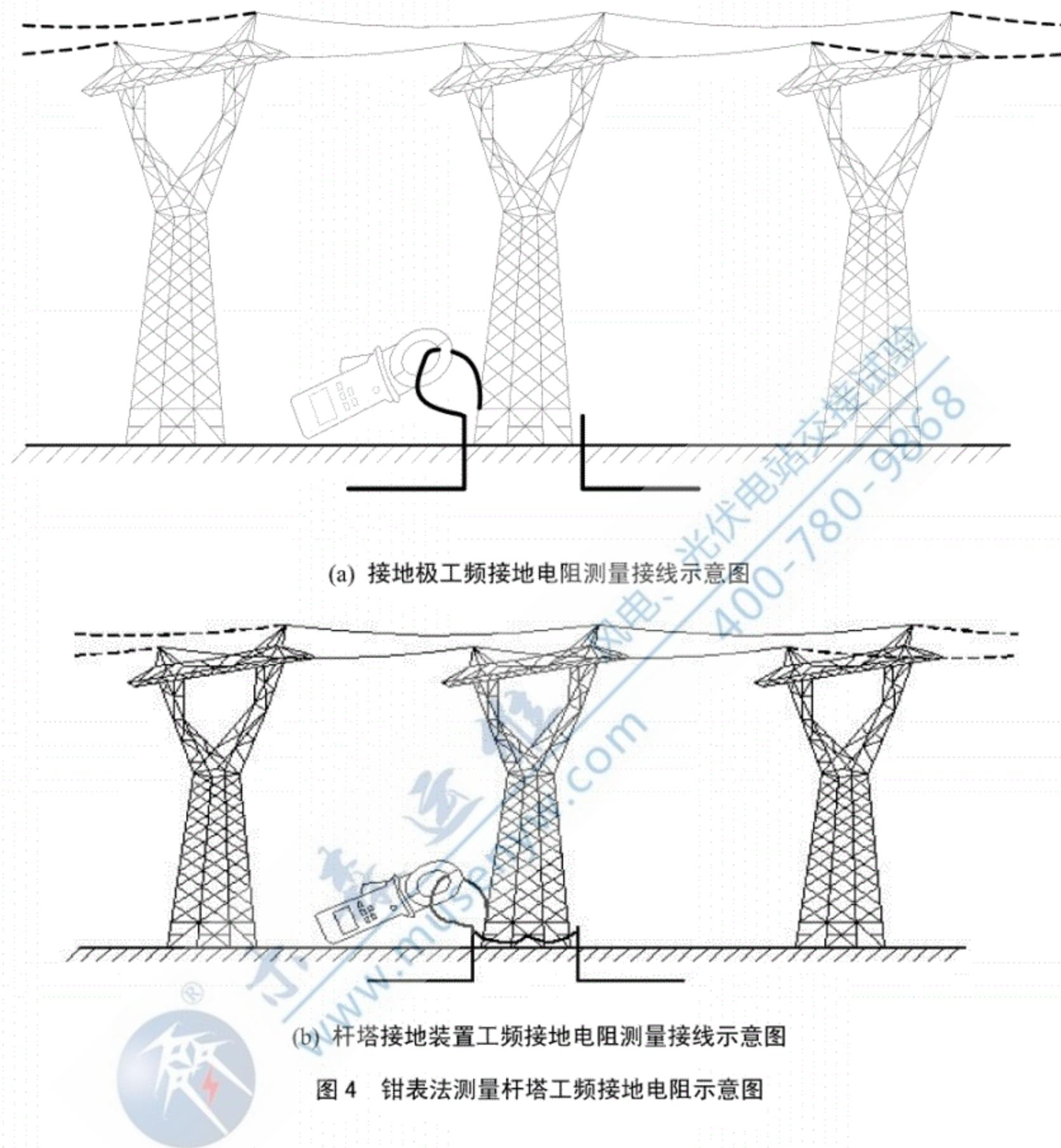
6.2.4 测量时打开测试仪钳口，用钳形接地电阻测试仪钳住被保留的接地引下线，使接地引下线居中，尽可能垂直于测试仪钳口所在平面，并保持钳口接触良好，读取并记录稳定的读数。

6.2.5 钳表法增量来自于杆塔塔身和本档地线电阻、后续（或两侧）各档链形回路等效阻抗中的电阻分量等。架空输电线路杆塔的钳表法增量的估算参见附录A。

6.2.6 若钳表法测量结果远大于历次钳表法测量结果，或者超过了工频接地电阻规定值，则应采用三极法进行对比测量，分析原因。架空输电线路杆塔的工频接地电阻要求参见附录B。

6.2.7 当线路状况改变（如更换地线型号及接地方式、线路走向改变等）并影响到被测杆塔邻近的地线与杆塔接地回路时，应重新使用钳表法和三极法对受影响杆塔的工频接地电阻进行对比测量。

6.2.8 测量前，测量人员应使用精密环路电阻对钳形接地电阻测试仪进行自检。测量时应注意保持钳口清洁，防止夹入野草、泥土等影响测量精度，测试仪工作时不允许人直接接触接地装置或杆塔的金属裸露部分。



## 7 杆塔工频接地电阻季节系数

7.1 选择用于工频接地电阻季节系数测量的杆塔应具有地区代表性，如山地、平原、沿海以及不同土壤类型杆塔接地装置等。测量时间不少于两年，每周测量一次。测量宜在雨后三天、无雨天气进行。

7.2 测量时应同步记录测量时间、降雨时间及大气温度。工频接地电阻测量应采用三极法，电极布置可参照图1、图2、图3采用直线布置方式、夹角布置方式和反向远离布置方式布线，电压极和电流极的距离应满足本导则第5章的规定。

7.3 杆塔工频接地电阻季节系数按式(2)计算：

$$\gamma_j = \frac{R_j}{R_0} \quad (2)$$

式(2)中 $\gamma_j$ 为测量当月杆塔工频接地电阻季节系数,  $R_j$ 为测量当月杆塔工频接地电阻平均值,  $R_0$ 为雷季中无雨水时杆塔的工频接地电阻。



国电-光伏电站交接试验  
400-780-9868  
[www.musenyw.com](http://www.musenyw.com)

附录 A  
(资料性附录)  
架空输电线路杆塔钳表法增量的估算

在第一次使用钳表法测量、缺乏与三极法对应的钳表法增量（钳表法测量结果与三极法测量结果的差）时，对使用 GJ35 和 GJ50 单、双避雷线的架空输电线路杆塔的钳表法增量可以按表 A.1 的公式进行估算，或按表 A.2~表 A.9 进行估算。

表A.1~表A.9中钳表法增量 $\Delta R$ 的估算条件为：GJ35避雷线的档距为220m，GJ50避雷线的档距为370m，并联的各基杆塔接地电阻和塔身电感分别取相同数值，未计及接触电阻的影响。表A.1的公式中，较小的数值是钳形接地电阻测量仪在并联杆塔的中间一基杆塔测量所对应的钳表法增量，较大的数值是钳形接地电阻测量仪在并联杆塔的首端或终端杆塔测量所对应的钳表法增量。

表 A.1 架空输电线路杆塔的钳表法增量 $\Delta R$ 的估算公式

避雷线种类		钳表法增量 $\Delta R$ 的估算公式
GJ35	单避雷线	$(1.695e^{-0.5283n} + 0.169e^{-0.04856n})R_j - 0.8349e^{-0.09132n} + 1.111e^{0.02003n}$ $\leq \Delta R \leq$ $(1.906e^{-0.5518n} + 0.1312e^{0.002748n})R_j + 3.704e^{-0.0142n} - 4.206e^{-0.2066n}$
	双避雷线	$(1.704e^{-0.5384n} + 0.1872e^{-0.06123n})R_j - 0.6368e^{-0.05424n} + 0.7614e^{0.02117n}$ $\leq \Delta R \leq$ $(1.647e^{-0.4919n} + 0.1185e^{-0.01021n})R_j - 2.419e^{-0.1882n} + 2.03e^{-0.001004n}$
GJ50	单避雷线	$(1.696e^{-0.521n} + 0.1574e^{-0.0405n})R_j - 1.219e^{-0.1188n} + 1.501e^{0.00856n}$ $\leq \Delta R \leq$ $(2.36e^{-0.6579n} + 0.1798e^{-0.01616n})R_j - 4.333e^{-0.34n} + 3.172e^{0.003652n}$
	双避雷线	$(1.775e^{-0.5614n} + 0.2014e^{-0.06553n})R_j - 0.7087e^{-0.08421n} + 0.8362e^{0.01965n}$ $\leq \Delta R \leq$ $(1.753e^{-0.5171n} + 0.126e^{-0.007979n})R_j - 2.757e^{-0.2253n} + 2.218e^{0.001833n}$

注：表 A.1 中 n 为测量所在线路所在区段中直接接地的避雷线上并联的杆塔数量（n≥3），R<sub>j</sub> 为杆塔接地电阻。

表 A.2 GJ35 单避雷线、中间测量时钳表法增量 $\Delta R$  典型值

并联杆塔数量/基	对应 $R_j$ 的钳表法增量 $\Delta R$ / $\Omega$											
	$R_j=2$	$R_j=4$	$R_j=7$	$R_j=10$	$R_j=15$	$R_j=17$	$R_j=20$	$R_j=24$	$R_j=27$	$R_j=30$	$R_j=40$	$R_j=50$
3	1.52	2.52	4.02	5.51	8.02	9.02	10.5	12.5	14.0	15.5	20.5	25.5
4	1.33	2.02	3.03	4.04	5.70	6.37	7.37	8.7	9.70	10.7	14.0	17.4
5	1.15	1.66	2.41	3.15	4.40	4.90	5.65	6.65	7.40	8.15	10.6	13.1
6	1.14	1.57	2.19	2.80	3.80	4.20	4.80	5.60	6.20	6.80	8.80	10.8
7	1.12	1.49	1.99	2.49	3.32	3.65	4.15	4.82	5.32	5.82	7.48	9.15
8	1.12	1.48	1.93	2.37	3.09	3.38	3.81	4.38	4.81	5.23	6.66	8.09
9	1.12	1.46	1.87	2.25	2.88	3.13	3.50	3.99	4.37	4.74	5.99	7.24
10	1.12	1.46	1.86	2.21	2.78	3.00	3.34	3.78	4.12	4.45	5.56	6.67
11	1.12	1.46	1.85	2.17	2.68	2.88	3.18	3.58	3.88	4.17	5.17	6.17
12	1.12	1.46	1.85	2.17	2.65	2.83	3.11	3.47	3.74	4.02	4.92	5.83
13	1.12	1.46	1.85	2.17	2.60	2.78	3.03	3.36	3.62	3.86	4.69	5.52
14	1.12	1.46	1.85	2.17	2.60	2.78	3.03	3.36	3.62	3.86	4.54	5.31

表 A.3 GJ35 单避雷线、两侧测量时钳表法增量 $\Delta R$  典型值

并联杆塔数量/基	对应 $R_j$ 的钳表法增量 $\Delta R$ / $\Omega$											
	$R_j=2$	$R_j=4$	$R_j=7$	$R_j=10$	$R_j=15$	$R_j=17$	$R_j=20$	$R_j=24$	$R_j=27$	$R_j=30$	$R_j=40$	$R_j=50$
3	2.31	3.32	4.81	6.31	8.72	9.80	11.3	13.3	15.3	16.3	21.3	26.3
4	2.24	2.98	3.99	4.98	6.64	7.31	8.30	9.63	10.6	11.6	14.9	18.3
5	2.24	2.91	3.75	4.51	5.75	6.25	6.98	7.99	8.74	9.54	11.9	14.5
6	2.24	2.93	3.69	4.34	5.37	5.77	6.36	7.16	7.75	8.35	10.3	12.3
7	2.25	2.94	3.69	4.30	5.21	5.55	6.06	6.73	7.23	7.72	9.38	11.0
8	2.25	2.94	3.70	4.30	5.15	5.47	5.92	6.51	6.94	7.37	8.79	10.2
9	2.25	2.94	3.71	4.31	5.14	5.21	5.87	6.41	6.80	7.19	8.45	9.70
10	2.25	2.94	3.71	4.32	5.15	5.45	5.86	6.37	6.74	7.10	8.25	9.37
11	2.25	2.94	3.71	4.32	5.16	5.46	5.86	6.36	6.72	7.06	8.14	9.18
12	2.25	2.94	3.71	4.32	5.16	5.46	5.87	6.37	6.72	7.05	8.10	9.07
13	2.25	2.94	3.71	4.32	5.16	5.46	5.88	6.38	6.72	7.06	8.08	8.97
14	2.25	2.94	3.71	4.32	5.16	5.46	5.88	6.38	6.72	7.06	8.04	8.94

表 A.4 GJ35 双避雷线、中间测量时钳表法增量 $\Delta R$  典型值

并联杆塔数量/基	对应 $R_j$ 的钳表法增量 $\Delta R$ / $\Omega$											
	$R_j=2$	$R_j=4$	$R_j=7$	$R_j=10$	$R_j=15$	$R_j=17$	$R_j=20$	$R_j=24$	$R_j=27$	$R_j=30$	$R_j=40$	$R_j=50$
3	1.27	2.26	3.76	5.26	7.76	8.77	10.3	12.3	13.8	15.3	20.3	25.3
4	1.02	1.70	2.69	3.69	5.36	6.02	7.02	8.36	9.36	10.4	13.7	17.0
5	0.84	1.34	2.08	2.83	4.08	4.58	5.33	6.33	7.08	7.83	10.3	12.8
6	0.80	1.21	1.8	2.41	3.41	4.81	4.41	5.21	5.8	6.41	8.41	10.4

7	0.76	1.09	1.59	2.09	2.92	3.82	3.75	4.42	4.92	5.42	7.08	8.75
8	0.76	1.06	1.49	1.92	2.63	2.92	3.34	3.91	4.34	4.77	6.20	7.62
9	0.76	1.02	1.40	1.77	2.38	2.63	3.01	3.51	3.88	4.25	5.50	6.75
10	0.76	1.02	1.35	1.69	2.24	2.46	2.80	3.24	3.57	3.90	5.01	6.12
11	0.76	1.02	1.31	1.61	2.11	2.31	2.60	3.00	3.30	3.60	4.60	5.59
12	0.76	1.02	1.31	1.61	2.03	2.22	2.48	2.84	3.12	3.39	4.29	5.20
13	0.76	1.02	1.31	1.61	1.96	2.12	2.37	2.70	2.95	3.19	4.02	4.85
14	0.76	1.02	1.31	1.61	1.96	2.07	2.30	2.60	2.83	3.06	3.83	4.59
15	0.76	1.02	1.31	1.61	1.96	2.01	2.23	2.51	2.72	2.93	3.64	4.35
16	0.76	1.02	1.31	1.61	1.96	2.01	2.23	2.45	2.65	2.85	3.51	4.17
17	0.76	1.02	1.31	1.61	1.96	2.01	2.23	2.40	2.58	2.77	3.39	4.00
18	0.76	1.02	1.31	1.61	1.96	2.01	2.23	2.40	2.58	2.77	3.39	3.88

表 A.5 GJ35 双避雷线、两侧测量时钳表法增量 $\Delta R$  典型值

并联杆塔数量/基	对应 $R_j$ 的钳表法增量 $\Delta R$ / $\Omega$											
	$R_j=2$	$R_j=4$	$R_j=7$	$R_j=10$	$R_j=15$	$R_j=17$	$R_j=20$	$R_j=24$	$R_j=27$	$R_j=30$	$R_j=40$	$R_j=50$
3	1.68	2.79	4.17	5.67	8.17	9.17	10.7	12.7	14.2	15.7	20.5	25.7
4	1.52	2.19	3.18	4.17	5.84	6.50	7.50	8.83	9.83	10.8	14.2	17.5
5	1.50	2.04	2.79	3.53	4.79	5.27	6.02	7.01	7.76	8.51	11.0	13.5
6	1.50	2.04	2.63	3.22	4.22	4.61	5.21	6.00	6.60	7.20	9.19	11.1
7	1.50	2.00	2.57	3.08	3.91	4.24	4.74	5.40	5.89	6.39	8.05	9.71
8	1.50	2.00	2.55	3.02	3.75	4.03	4.46	5.02	5.45	5.87	7.29	8.71
9	1.50	2.01	2.56	3.00	3.66	4.08	4.29	4.80	5.16	5.53	6.77	8.01
10	1.50	2.00	2.56	3.00	3.63	3.86	4.21	4.65	4.98	5.31	6.41	7.51
11	1.50	2.00	2.57	3.00	3.61	3.83	4.15	4.57	4.88	5.17	6.17	7.15
12	1.50	2.00	2.57	3.00	3.61	3.83	4.13	4.52	4.80	5.09	5.99	6.90
13	1.50	2.00	2.57	3.00	3.61	3.83	4.13	4.50	4.77	5.03	5.88	6.72
14	1.50	2.00	2.57	3.00	3.61	3.83	4.13	4.50	4.76	5.01	5.81	6.59
15	1.50	2.00	2.57	3.00	3.61	3.83	4.13	4.50	4.75	5.01	5.77	6.50
16	1.50	2.00	2.57	3.00	3.61	3.83	4.13	4.50	4.75	5.01	5.74	6.44
17	1.50	2.00	2.57	3.00	3.61	3.83	4.13	4.50	4.75	5.01	5.73	6.41
18	1.50	2.00	2.57	3.00	3.61	3.83	4.13	4.50	4.75	5.01	5.73	6.39

表 A.6 GJ50 单避雷线、中间测量时钳表法增量 $\Delta R$  典型值

并联杆塔数量/基	对应 $R_j$ 的钳表法增量 $\Delta R$ / $\Omega$											
	$R_j=2$	$R_j=4$	$R_j=7$	$R_j=10$	$R_j=15$	$R_j=17$	$R_j=20$	$R_j=24$	$R_j=27$	$R_j=30$	$R_j=40$	$R_j=50$
3	1.67	2.67	4.17	5.67	8.17	9.17	10.7	12.7	14.2	15.7	20.7	20.7
4	1.49	2.20	3.23	4.23	5.90	6.57	7.57	8.90	9.90	10.9	14.2	17.6
5	1.33	1.84	2.59	3.34	4.59	5.09	5.84	6.84	7.59	8.34	10.8	13.3

6	1.32	1.77	2.40	3.01	4.02	4.42	5.02	5.82	6.42	7.02	9.02	11.0
7	1.31	1.70	2.22	2.72	3.55	3.89	4.38	5.05	5.55	6.05	7.71	9.38
8	1.31	1.69	2.17	2.62	3.35	3.64	4.07	4.64	5.07	5.50	6.93	8.36
9	1.31	1.69	2.12	2.52	3.15	3.40	3.78	4.27	4.65	5.02	6.27	7.52
10	1.31	1.69	2.12	2.49	3.07	3.30	3.64	4.09	4.42	4.75	5.87	6.98
11	1.31	1.69	2.11	2.46	2.99	3.20	3.50	3.90	4.20	4.50	5.50	6.49
12	1.31	1.69	2.11	2.45	2.96	3.16	3.44	3.81	4.09	4.36	5.28	6.18
13	1.31	1.69	2.11	2.45	2.93	3.12	3.38	3.72	3.97	4.23	5.06	5.89
14	1.31	1.69	2.11	2.45	2.93	3.12	3.38	3.68	3.92	4.16	4.94	5.71
15	1.31	1.69	2.11	2.45	2.93	3.12	3.38	3.64	3.86	4.09	4.81	5.53
16	1.31	1.69	2.11	2.45	2.93	3.12	3.38	3.64	3.84	4.05	4.74	5.42
17	1.31	1.69	2.11	2.45	2.93	3.12	3.38	3.64	3.81	4.02	4.67	5.31

表 A.7 GJ50 单避雷线、两侧测量时钳表法增量  $\Delta R$  典型值

并联杆塔数量/基	对应 $R_j$ 的钳表法增量 $\Delta R$ / $\Omega$											
	$R_j=2$	$R_j=4$	$R_j=7$	$R_j=10$	$R_j=15$	$R_j=17$	$R_j=20$	$R_j=24$	$R_j=27$	$R_j=30$	$R_j=40$	$R_j=50$
3	2.66	3.68	5.18	6.68	9.18	10.2	11.7	13.7	15.2	16.7	21.7	26.7
4	2.61	3.40	4.44	5.44	7.11	7.77	8.77	10.1	11.1	12.1	15.4	18.8
5	2.62	3.37	4.25	5.04	6.30	6.80	7.55	9.22	9.31	10.0	12.5	15.0
6	2.62	3.38	4.22	4.92	5.98	6.39	7.00	7.80	8.40	8.99	10.9	13.0
7	2.62	3.38	4.22	4.96	5.87	6.23	6.75	7.44	7.95	8.45	10.1	11.8
8	2.62	3.38	4.23	4.90	5.84	6.18	6.66	7.28	7.73	8.17	9.62	11.1
9	2.62	3.38	4.24	4.91	5.84	6.17	6.63	7.21	7.63	8.03	9.34	10.6
10	2.62	3.38	4.24	4.92	5.85	6.18	6.63	7.20	7.60	7.98	9.21	10.3
11	2.62	3.38	4.23	4.92	5.86	6.18	6.63	7.20	7.59	7.96	9.10	10.2
12	2.62	3.38	4.23	4.92	5.87	6.19	6.63	7.20	7.59	7.97	9.08	10.1

表 A.8 GJ50 双避雷线、中间测量时钳表法增量  $\Delta R$  典型值

并联杆塔数量/基	对应 $R_j$ 的钳表法增量 $\Delta R$ / $\Omega$											
	$R_j=2$	$R_j=4$	$R_j=7$	$R_j=10$	$R_j=15$	$R_j=17$	$R_j=20$	$R_j=24$	$R_j=27$	$R_j=30$	$R_j=40$	$R_j=50$
3	1.14	2.34	3.84	5.34	7.84	8.84	10.3	12.3	13.8	15.3	20.3	25.3
4	1.12	1.80	2.80	3.80	5.46	6.13	7.13	8.46	9.46	10.5	13.8	17.1
5	0.94	1.44	2.18	2.93	4.18	4.68	5.43	6.43	7.18	7.93	10.4	12.9
6	0.90	1.32	1.93	2.53	3.53	3.93	4.53	5.33	5.93	6.53	8.53	10.5
7	0.87	1.22	1.71	2.21	3.04	3.38	3.87	4.54	5.04	5.54	7.20	8.87
8	0.87	1.19	1.63	2.06	2.77	3.06	3.49	4.06	4.49	4.91	6.34	7.77
9	0.87	1.16	1.54	1.92	2.54	2.79	3.16	3.66	4.03	4.40	5.65	6.90
10	0.87	1.16	1.51	1.85	2.41	2.63	2.98	3.41	3.74	4.07	5.18	6.29
11	0.87	1.16	1.48	1.78	2.28	2.48	2.78	3.18	3.48	3.78	4.77	5.77
12	0.87	1.16	1.48	1.78	2.21	2.40	2.67	3.04	3.31	3.58	4.49	5.39
13	0.87	1.16	1.48	1.78	2.15	2.32	2.57	2.90	3.15	3.40	4.22	5.05

14	0.87	1.16	1.48	1.78	2.15	2.28	2.51	2.82	3.05	3.28	4.05	4.81
15	0.87	1.16	1.48	1.78	2.15	2.24	2.45	2.74	2.95	3.16	3.87	4.58
16	0.87	1.16	1.48	1.78	2.15	2.24	2.42	2.69	2.89	3.09	3.76	4.42

表 A.9 GJ50 双避雷线、两侧测量时钳表法增量  $\Delta R$  典型值

并联杆塔数量/基	对应 $R_j$ 的钳表法增量 $\Delta R$ / $\Omega$											
	$R_j=2$	$R_j=4$	$R_j=7$	$R_j=10$	$R_j=15$	$R_j=17$	$R_j=20$	$R_j=24$	$R_j=27$	$R_j=30$	$R_j=40$	$R_j=50$
3	1.87	2.87	4.37	5.87	8.36	9.36	10.9	12.9	14.4	15.9	20.9	25.9
4	1.74	2.43	3.43	4.42	6.09	6.75	7.75	9.08	10.1	11.1	14.4	17.7
5	1.73	2.32	3.08	3.83	5.07	5.57	6.32	7.31	8.06	8.81	11.3	13.8
6	1.74	2.30	2.96	3.57	4.57	4.97	5.56	6.36	6.95	7.55	9.54	11.5
7	1.74	2.30	2.92	3.46	4.31	4.64	5.14	5.80	6.30	6.79	8.45	10.1
8	1.74	2.30	2.92	3.42	4.18	4.47	4.91	5.47	5.90	6.33	7.75	9.17
9	1.74	2.30	2.93	3.42	4.13	4.39	4.78	5.29	5.67	6.04	7.28	8.52
10	1.74	2.30	2.93	3.42	4.11	4.36	4.72	5.18	5.52	5.86	6.97	8.08
11	1.74	2.30	2.93	3.43	4.11	4.35	4.69	5.13	5.45	5.76	6.77	7.77
12	1.74	2.30	2.93	3.43	4.11	4.35	4.69	5.11	5.41	5.69	6.64	7.56
13	1.74	2.30	2.93	3.43	4.11	4.35	4.69	5.10	5.39	5.66	6.56	7.41
14	1.74	2.30	2.93	3.43	4.11	4.35	4.69	5.10	5.39	5.66	6.51	7.32
15	1.74	2.30	2.93	3.43	4.11	4.35	4.69	5.10	5.39	5.66	6.49	7.26
16	1.74	2.30	2.93	3.43	4.11	4.35	4.69	5.10	5.39	5.66	6.48	7.22

## 附录 B

(资料性附录)

## 架空输电线路杆塔的工频接地电阻

架空输电线路杆塔的工频接地电阻应符合GB/T 50064的要求。有地线的线路，每基杆塔不连地线的工频接地电阻，在雷季干燥时，不宜超过表B. 1所列数值。

表 B. 1 有地线的线路杆塔不连地线时工频接地电阻

土壤电阻率 / $\Omega \cdot m$	$\leq 100$	$>100 \sim 500$	$>500 \sim 1000$	$>1000 \sim 2000$	$>2000$
接地电阻 / $\Omega$	10	15	20	25	30

注：如土壤电阻率超过 $2000 \Omega \cdot m$ ，接地电阻很难降到 $30 \Omega$ 时，可采用6-8根总长不超过500m的放射形接地体，或采用连续伸长接地体，接地电阻不受限制。

附录 C  
(资料性附录)

输电线路杆塔工频接地电阻季节系数在线监测测量方法

- C.1.1 输电线路杆塔工频接地电阻季节系数测量可采用在线监测方式，也可采用人工定期测量方式。测量时间不少于两年，每周测量一次。
- C.1.2 采用在线监测方式测量杆塔工频接地电阻季节系数时，为区分雨水天气影响，应同时测量杆塔工频接地电阻、大气温度、降雨量，并同步记录测量时间。工频接地电阻测量应采用三极法，电极布置可参照图1、图2、图3采用直线布置方式、夹角布置方式和反向远离布置方式布线，电压极和电流极的距离应满足本导则第5章的规定。
- C.1.3 在线监测测量得到的工频接地电阻、大气温度、降雨量应根据降雨时间作数据处理，提取雨后三天、无雨天气的数据，用于工频接地电阻季节系数计算。在线监测方式测量杆塔工频接地电阻季节系数时，接地电阻采样时间不小于每小时一次，大气温度及降雨量采样时间不大于10min一次。采样数据可采用无线方式传输，也可采用就地存贮、定期读取。

# 输电线路杆塔工频接地电阻测量导则

编 制 说 明



中国电科院

www.musenyw.com

风电、光伏电站交接试验  
400-780-9868

## 目 次

1 编制背景.....	18
2 编制原则.....	18
3 与其他标准文件的关系.....	18
4 主要工作过程.....	18
5 标准结构和内容.....	18
6 条文说明.....	19



国电-光伏电站交接试验  
www.musenyw.com 400-780-9868

## 1 编制背景

输电线路杆塔接地电阻的大小直接影响输电线路耐雷水平,关系到线路的雷击跳闸率和可靠运行指标,准确测量杆塔接地电阻对输电线路设计、施工、安全运行有着重要意义。DL/T 887-2004 规定了杆塔工频接地电阻测量的三极法和钳表法,且三极法只规定了测量电极直线布置的情况,未涉及夹角布置方式和反向远离布置方式。DL/T 887-2004 已颁布实施近 10 年未作修订。

GB 50065 规定在设计接地装置时,应考虑土壤干燥或冻结等季节因素的影响,接地电阻在四季均应符合标准要求,因此测量接地电阻季节系数十分必要。本标准增加了工频接地电阻季节系数测量方面的内容。

本标准依据《国家电网公司关于下达 2014 年度公司技术标准制修订计划的通知》国家电网科[2014]64 号文的要求编写。

## 2 编制原则

《输电线路杆塔工频接地电阻测量导则》的编制贯彻有关国家标准、行业标准的规定,对国家标准和行业标准中已经经过实践检验、行之有效的方法和内容,如 GB 50065、DL/T 475、DL/T 887 等国家标准及电力行业标准中关于杆塔工频接地电阻的测量方法尽量予以直接采用,体现出继承和统一的原则。

《输电线路杆塔工频接地电阻测量导则》结合国网河北省电力公司电力研究院科研项目“结合多气象要素的输电线路杆塔接地电阻季节系数研究(项目编号: KJ2010-030)”的研究成果,规定了输电线路杆塔工频接地电阻季节系数的测量方法及要求,体现出技术进步的原则。

《输电线路杆塔工频接地电阻测量导则》适用于国家电网公司系统内 35kV 及以上交、直流架空输电线路。

## 3 与其他标准文件的关系

《输电线路杆塔工频接地电阻测量导则》引用了 GB 50065 交流电气装置的接地设计规范、DL/T 887 杆塔工频接地电阻测量、DL/T 475 接地装置特性参数测量导则等国标、行标的有关规定。GB/T 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范和 GB 50065 交流电气装置的接地设计规范确定的术语和定义适用于本标准。

## 4 主要工作过程

2014 年 1 月至 3 月,确定编研工作总体目标,成立标准编写组,确定参编单位及人员,制定标准编写大纲,开展课题的前期研究工作;

2014 年 4 月至 8 月,在广泛调研、收集资料和技术交流的基础上,确定了标准的框架和初步内容,完成本标准的初稿;

2014 年 8 月 29 日至 30 日,国网河北电力运检部组织国网河北省公司系统专业人员在石家庄召开初稿审查会,对编研内容和标准初稿进行了逐条审查,对标准文本的章、节、条、款内容进行了全面深化、修改、完善,形成了标准文本的征求意见稿;

2014 年 9 月 1 日至 26 日,国家电网公司运检部组织广泛征求意见;

2014 年 10 月 8 日至 15 日,编写组根据收集的意见对标准的相关条款进行逐条审查讨论并补充完善,形成送审稿;

2014 年 10 月 22 日,国家电网公司运检部组织,在南京召开送审稿审查会,国网四川、重庆、湖南、湖北、江西、安徽、浙江、江苏、山西、河南、吉林电力公司,中国电科院等单位参加了评审会议,会上,依据评审专家意见修改标准形成报批稿。

## 5 标准结构和内容

本标准依据 GB/T 1.1-2000《标准化工作导则 第 1 部分: 标准的结构和编写规则》和 DL/T 600-200 《电力行业标准编写基本规定》的编写要求进行规范编制。标准的主要结构和内容如下:

- a) 目次;
- b) 前言;
- c) 标准正文共设 7 章：范围、规范性引用文件、术语和定义、一般规定、三极法、钳表法、杆塔工频接地电阻季节系数；
- d) 标准设 3 个资料性附录：架空输电线路杆塔的钳表法增量的估算、架空输电线路杆塔的工频接地电阻、输电线路杆塔工频接地电阻季节系数测量方法。

## 6 条文说明

### 6.1 范围

本节规定了本导则的适用范围。

本导则规定了杆塔工频接地电阻测量的术语和定义、杆塔工频接地电阻测量方法以及接地电阻季节系数测量方法。

本导则适用于 35kV 及以上交、直流架空输电线路。

### 6.2 规范性引用文件

本节列出了与本导则内容相关的标准。引用的原则为：对与本导则内容有关的主要国家标准以及国家电网公司企业标准均逐条列出。

### 6.3 术语和定义

规定了 GB/T 50064《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》和 GB 50065《交流电气装置的接地设计规范》确定的术语和定义适用于本标准，定义了接地、接地极、接地引下线、接地装置、工频接地电阻、三极法、电压极、电流极、钳表法、钳表法增量、接地电阻季节系数等 11 个术语。

### 6.4 一般规定

规定了输电线路杆塔工频接地电阻测量应采用的方法及电极布置方式，以及测量的气候条件和安全要求。

### 6.5 三极法

规定了三极法测量杆塔工频接地电阻的一般要求，以及三极法的三种电极布置方式，包括直线布置方式、夹角布置方式、反向远布置方式。给出了三种电极布置方式电压极和电流极的布置长度、接线要求。

### 6.6 钳表法

依据 DL/T 887 的相关要求，规定了采用钳表法测量接地极和杆塔接地装置工频接地电阻的使用条件和测量方法。

### 6.7 杆塔工频接地电阻季节系数

结合国网河北省电力公司电力研究院科研项目“结合多气象要素的输电线路杆塔接地电阻季节系数研究（项目编号：KJ2010-030）”的研究成果，规定了输电线路杆塔工频接地电阻季节系数的测量方法、测量周期、气候条件、测量地形要求以及杆塔工频接地电阻季节系数的计算方法。

附录 A（资料性附录）中：引用了 DL/T 887 关于输电线路杆塔钳表法增量的估算方法。

附录 B（资料性附录）中：给出了雷季干燥时，有地线的线路，每基杆塔不连地线的工频接地电阻允许值。

附录 C（资料性附录）中：给出了输电线路杆塔工频接地电阻季节系数的测量方法。