

57
1161

有关高压电缆纸的一些苏联资料

(自王堂生的笔记译出)

沈阳电缆厂技术报导组翻译复制

1958年9月

目 录

苏联电缆研究所测帘 $\text{tg}\delta$ 方法	1
2. 苏联造帘研究所测帘 $\text{tg}\delta$ 方法	7
3. 苏联莫斯科电缆厂测帘 $\text{tg}\delta$ 方法	12
4. 依 BTY 268-53 次缆组编的测 帘水抽水出物导电率方法	16
5. ГOCT 8552-57 帘的水抽出物导电率测定法	18
6. 苏联电缆研究所采用的帘的水抽 出物导电率测定法	20
7. 高压电缆帘技术指标汇总	25

浸及未浸电缆绝缘带在 50 赫时介質損角 正切的測定方法 (苏联电缆研究所采用)

I. 用途

1. 此方法是借測定電介質損失正切角，精確為 ± 0.0001 頻率為 50 赫茲的交流高壓電橋裝置而用於干燥及浸漬狀態下的絕緣電纜帶的電介質損失正切角 ($\tan \delta$) 的測定。

備註：此方法對電壓 110 千伏及以下的電纜絕緣帶試驗是非常必需的。

II. 應用範圍

2. 在進行絕緣帶的研究，控制試驗時可以採用此方法。

III. 試驗條件

3. 此方法規定 3：

a) 在室溫及升高溫度的測定干燥及浸漬狀態絕緣帶的電介質損失正切角。

b) 在固定于真空干燥箱里的同一電板上進行帶試樣的干燥及浸漬，並測量電介質損失正切角。

IV. 測量用試樣

4. 測定用的試樣應該具有圓錐片形的標準型，在其表面上不應該有皺紋、折皺以及任何雜質和不同成因的斑點。

5. 按下部電板的直徑選取試樣的尺寸。

V. 電板

6. 電介質損失正切角係在金屬電板上進行測量，電板的形狀和主要結構尺寸示于圖 1 上。

備註：

a) 電板由符合于 ГОСТ 613-50 的青銅 (表面鍍錫或

表面镀层的钢做成。

5) 电极工作表面的加工应不低于9级(按ГОСТ 2789 ~ 45)

6) 电极的垂直尺寸, 单个元件结构以及控制温度的方法(温度计或热电偶)可根据具体条件更换之。

7. 为了除去边缘效应, 测定电极内径度不小于2公厘的保护环保护之。测定电极及保护环之间的环间隙应为1~2公厘。

8. 采用铅锤, 产生压力0.15公斤/平方公分, 保证了测定电极及保护环的紧密贴合在测定带的全部表面上。

Ⅴ. 干燥及浸渍试样用装置进行电介质损失正切角测量。

9. 该装置由自动调温的真空干燥箱^x(此箱内放有带试样的电极), 升高上部电极用专用装置, 镀锡的或用铝喷镀的真空干燥钢槽^{xx}组成, 此装置是用来加热及干燥油的, 它借一个密封进口和内部装置着钢管的真空干燥箱相联, 该钢管内壁镀锡, 以供油流入电极中。

x) 干燥箱的型号没有决定

xx) 当有去气装置时, 就不需要真空干燥箱

Ⅶ. 测定程序

10. 在开始工作之前, 所有设备, 包括具有升高上部电极用装置的真空干燥箱, 真空槽及电极要仔细地用航空汽油或苯以及工业上用酒精洗涤, 然后干燥。

11. 要装配电极并检查提升装置是否良好。

12. 在下部电极上放着测量用的带片, 在这些带片上安放着上部电极。

13. 放在测量电极里的带片数等于:

厚度为 0.125 公厘的吊者 — 3

厚度 0.075 公厘的吊 — 5

厚度 0.045 公厘的吊 — 8

厚度 0.030 公厘的吊 — 12

备注：上述吊片数的选择在试验和提高测量灵敏度时必须保持同一梯度。

14. 关闭并拧紧真空干燥箱，利用温度调节器加热到温度 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$

15. 利用升降装置升高上部电极。

16. 真空干燥箱内的温度达到 100°C 之后经过一小时，要接通真空泵，真空干燥箱内的残余压力不得大于 3 公厘汞柱。

17. 开始干燥之后对于标准密度的吊经过 6 小时，对于紧压的吊要经过 8 小时，断开真空泵干燥空气通过氯化钙管子（氯化钙数量 $500 \sim 750 \text{CM}^3$ 颗粒的平均直径为 5 公厘）进入真空干燥箱里，其速度不超过 5 升/分。

18. 真空干燥箱内达到大气压时，要放下上部电极并在梯度为 2KB/MM 时测量电介损失正切角二次，第一次测量是在放下上部电极之后进行的，第二次测量是在第一次测量之后隔 30 分钟之后进行的，这二次测量均在温度 100°C 时进行的，二次测量之间的偏差不得大于 0.0002。

备注：用交流电桥测量电介质损失正切角的程序应符合使用电桥的总说明。

19. 在测量干燥吊电介质损失正切角之后要升高上部电极吊的试样要用标号 MH-3 油或予先在真空槽里加热到 100°C 经过渗滤处理的油来浸渍，以前还没有使用过的油应该予先在真空下进行干燥^{X/}。温度为 100°C 时油的电介质损失正切角不得大于 $0.003^{XX/}$ 。

备注：为了吸入油，真空干燥箱真空必须达到2~3公厘汞柱并维持该真空度20~30分钟。

此后，油便通过油管由槽（具有同一残余压力2~3公厘汞柱）输送到下部电极，直到完全复盖住其内的帘为止。

20. 浸渍后，干燥空气便进入真空干燥箱内。

21. 放下上部电极并在温度达 100°C 及电压梯度2千伏/公厘情况下测量电介质损失正切角二次。第一次测量是在放下上部电极之后立即进行的，第二次测量是在第一次测量之后经过30分钟进行的，二次测量之间的偏差总不得大于0.0003。

备注：通过真空干燥箱盖子上面的视察玻璃来观测上部电极的升高及放下以及油的供应情况。

X) 在残余压力不大于3公厘汞柱，温度 $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ 时干燥6小时。

XX) 根据ГОСТ 6581-53来进行测量电介质损失。

- 1 — 上部电极；
- 2 — 保护环；
- 3 — 高压陶瓷；
- 4 — 下部电极
- 5 — 帘

- 6 — 高压瓷
- 7 — 上部电极夹头
- 8 — 保护环夹头
- 9 — 下部电极夹头

图1 电极

图2 试样干燥浸渍用的装置进行测定电介质损失正切角

- | | |
|----------------|--------------|
| 1 — 真空恒温箱 | 2 — 真空恒温箱的盖子 |
| 3 — 操作板 | 4 — 调整螺钉 |
| 5 — 紧压部分 | 6 — 油管 |
| 7 — 半联轴器齿轮 | 8 — 下部齿轮 |
| 9 — 半联轴器 | 10 — 半联轴器 |
| 11 — 小轴 | 12 — 支架 |
| 13 — 滑轮 | 14 — 钢丝绳 |
| 15 — 钢丝绳夹具 | 16 — 铅锤 |
| 17 — 有保护环的上部电极 | 18 — 下部电极 |
| 19 — 高压引线 | 20 — 水冷 |
| 21 — 干燥油用的真空槽 | 22 — 调温器 |
| 23 — 中间阀 | 24 — 真空泵 |
| 25 — 真空软管 | 26 — 装配好的管子 |
| 27 — 进气阀 | 28 — 真空计 |
| 29 — 有氯化钙的管子 | |

图3 . 干燥及浸渍试样用装置

- 1 — 内圆筒
- 2 — 石棉绝缘
- 3 — 绕组
- 4 — 外圆筒
- 5 — 调温器的凹处
- 6 — 通向真空泵的出口
- 7 — 中间风
- 8 — 油管
- 9 — 橡皮衬垫

浸渍和未浸渍绝缘电缆帘在50周波时介质损失角正切

($\text{tg}\delta$)测定方法 (列宁格勒造船研究所 1958年)

I. 用途

1. 本方法是用于测定干绝缘电缆帘和浸渍绝缘电缆帘在交流50周波时介质损失角正切 " $\text{tg}\delta$ "

2. 本方法是试验110千伏电缆绝缘帘所必须的方法，也可以用于进行研究工作。

II. 测定用试样

3. 采用的试样表面上不许有折子，皱纹，对夹杂物及各种各样的斑点。

4. 取试样的规格必须符合高压电极的规格

5. 必须用数层帘进行测试，必须从厚0.30~0.35公厘帘张取试验样的数量。

III. 电极

6. 用金属电极测定帘张，电极的主要规格要符合下列数值：

测定电极的规格	高压电极规格不小于	测定电极及保护环
50 I 5	100	电极中间缝隙
		1~2

电极的其他规格以及个别元件的结构根据当地条件任意选择。

电极结构示于图1。

7. 可以利用一组高合金不锈钢 (ГОСТ 5632~51) 做为电极的原料，可利用具有良好表面的磷青铜 (ГОСТ 5017~49) 及A组表面镀锌的一般钢 (ГОСТ 380~50)。

8. 电极工作表面加工必须不低于9级 (ГОСТ 2789 ~ 51)

9. 为保证测定电极及保护圈能紧密的贴在测量带的整个表面上必须有铅制或者铜制压力不小于0.15公斤/平方公分的金属垫物。

亚. 装 置

10. 带的试样准备、及试样测定装置由下列物件组成；

a. 温度调整的真空气干燥箱 在箱中装设升高上部电极并在带上形成压力的特殊装置以及将电极联接在测定系统用的高压进入线。

b. 加热及干燥油用的管子及向电极中送油用的油管 (在图三中有测定装置方案之一的单图)

Б. 在真空干燥箱外部浸渍带样用高压器或 *специальная* 的特殊装置。

Г. 测量介质损失角正切的成套装置 ГОСТ 6433 ~ 52.

Д. 干带损失角正切测定次序

11. 要进行检查装配是否正确, 及装设在真空干燥箱中是否符合测定电极及高压电极的中心。

12. 带的试样放在高压电极中, 当测定电极悬起时要避免真空干燥箱摆动。

13. 根据下列规程进行干燥带样：

a) 在大气压力下及温度 100°C 中干燥1小时。

б) 在水银柱1~2公厘的真空压力, 在 100°C 中进行干燥正常紧度的带张 (0.25 克/公分²) 6小时, 干燥增高紧度的带张 (1.2 克/公分²) 8小时。

14. 干燥后在测定前, 通过氯化钙管向干燥箱中送入干燥空气 (氯化钙数量600~700立方公分, 粒子的平均规格为5公厘) 空气送入速度不大于0.5立升/分, 并进行下列工作。

a. 将测定电极安在帘上，

b. 在 100°C 时测定 $\text{tg}\delta$ 并测定耐压等于 2 千伏/公厘 (注)

B. 第一次测定后再经 30 分钟，在同样温度 100°C 再进行第二次测定平行测定中间的差别不应大于 0.0002.

备注：用交流电桥测定时，要按 ГОСТ 6433 ~ 52 及测定电桥附有说明书来进行。

五、测定浸渍帘 $\text{tg}\delta$ 的次序

15. 浸渍试样可以在干试样测定后及真空后连接在电极中进行，或者用同样的温度按照上述现程予先干燥帘样后直接在一个别的装置中进行 (高压器 *гексереи* 型玻璃装置)。浸油时必须通过特殊油管，同时不要开启设备，向电极中注油时必须均衡的速度进行。如果个别装置中进行浸渍时 (高压器及其他) 总厚度为 0.3 ~ 0.35 公厘试样圈从浸渍装置中取出，再放到干燥箱中予先加热到 100°C 的电极上，在试样圈上面要倒上已经浸渍过的油。

16. 为了浸渍干帘样必须使用下列三种标号任何一种高压电缆油 MH - 2, C - 110, C - 220。

备注：①在浸油以前必须在 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 温度进行干燥 6 小时。

②用接触法回收 10 ~ 15% (*адсорбированная Зема*)

(注)：可能是指试验时的电场强度 (复制者)

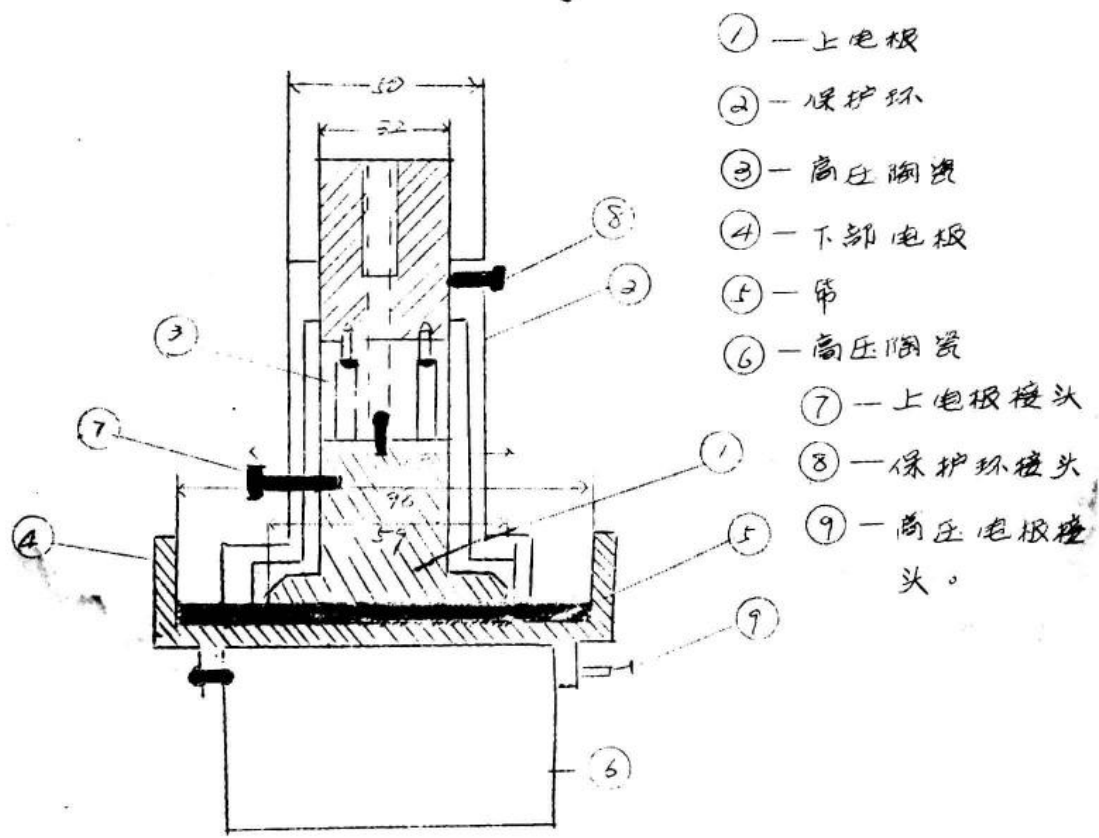
用过的油可以利用，回收时要 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 干燥 3 小时，向油中予先撒上干燥吸附剂 (1 小时 200°C) 并进行搅拌 2 小时此后澄清，再过滤。

③油的 $\text{tg}\delta$ 的控制检查要根据 ГОСТ 6581 ~ 53 进行

其数值不应超过 0.0025。

17. 在测定 t_{90} 前浸渍试样要在电极上以 100°C 温度保持 30 分钟。

18. 浸渍试样的测量次序和干试样测定次序一样。



- ① — 上电极
- ② — 保护环
- ③ — 高压陶瓷
- ④ — 下部电极
- ⑤ — 试样
- ⑥ — 高压陶瓷
- ⑦ — 上电极接头
- ⑧ — 保护环接头
- ⑨ — 高压电极接头。

电极装置 (图 1)

t_{90} 的试验方法

1. 试样的准备:

a. 将试样沿着帘幅剪下 $\phi = 130 \text{ MM}$ 的圆形白纸，并分两组每三张在边上穿上一根铜丝挂入已事先调整好温度为 120°C 的恒温箱中加热 4 小时（使帘干燥去水分），然后取出立刻放入 100°C 的恒温箱内电极上保持 15 ~ 30 分钟（以期达到

吊与电极，恒温箱的温度均为 100°C ）随后要进行干串的 $\text{tg}\delta_{100\text{Hz}}$ 的测量。

2. 测量条件

A. 使用设备：交流50周波、M117电桥

B. 试验电压：1500伏/1公厘

C. 使用电极：材料是紫铜表面镀银电极单位面积为 $0.15\text{公升}/\text{cm}^2$ 。

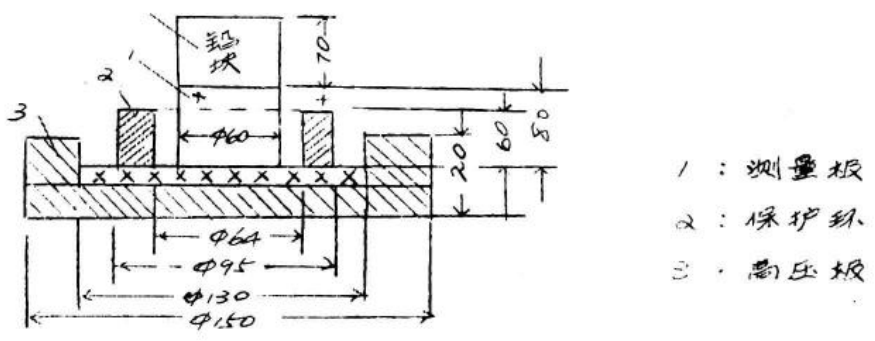
Y. 附属设备：

① 120°C 的恒温箱

② 100°C 的恒温箱

③ MBI线一小段 在金属屏蔽层外包上黄腊布最后将线套在穿墙套管上引入恒温箱内接在试验电极上（高压、低压屏蔽保护环三个端接）

3. 电极剖视图



(注) 1. 无真空干燥箱只好用 120°C 的普通恒温箱代替。

2. 电极尺寸基本上按苏联电缆科学研究院仿制并有修改其结构。

苏联莫斯科电缆厂工艺守则

测定绝缘带的 $\text{tg}\delta$, ϵ , C (1956年11月)

(1958、6、8复制) (李金月译 58.3 校核 王望生)

本须知适用于 07 车间快速试验室测定干燥未浸油和浸油绝缘电缆带的 $\text{tg}\delta$ 和 ϵ (介质常数), C (电容)

I. 测定绝缘带的 $\text{tg}\delta$ 和 C, ϵ 用的电极

测定 $\text{tg}\delta$ 和 C 时, 应将带样装入电极内, 然后把电极装入能自动调整温度的真空恒温箱内。

恒温箱内的温度用温度计测定, 温度计的水银端应置于恒温箱内接近中心的位置。

测定用的电极本身就是金属电极, 其形状和主要结构尺寸见图 1。为了使测量用电极与带样紧密贴合, 测定时上部电极上应加放重物, 重物之总重量应为 9 公斤, 它能产生 0.15 公斤/平方公分之单位压力。

II. 试验用带样的准备

1. 试验用带样应该是标准圆形之浸油或干燥未浸油的带片, 带片表面不应有折皱痕、皱纹和孔眼。

2. 电极内应该装入下列数量之带样:

带 厚 M M	数 数 (枚)
0.175 \pm 0.010	2
0.125 \pm 0.007	3
0.075 \pm 0.005	5
0.004 \pm 0.004	8
0.03 \pm 0.003	12

3. 在开始剪带样之前, 试验员应把手彻底洗干净, 后用酒精擦一遍。

4. 剪带样及剪好后装入测定电极内时，应尽量避免用手触动欲试之带样，用手拿送带样时，也只能拿圆带样的边缘（离边不多于5公厘）

5. 剪带样时应根据样板剪包一个样板系由不锈钢制成的圆盘，其直径为125公厘厚1~1.5公厘。

6. 剪带样之前，样板和刀（或切带用刀）应该用纯碱或汽油（5-70号）或酒精清洗，然后装入予先已加热到100°C的恒温箱内置放5~10分钟，装入恒温箱内的刀和样板应放在干净电缆带上或陶瓷板上。

7. 试验用浸油电缆带卷，应该在直接剪带样之前由带卷浸油罐内或存在带卷的油罐内取出，带样应在装入电极内进行试验之前剪裁。

8. 用浸油剪带样时应该：

A. 在清洁的干燥面上，铺三、四层干净电缆带。

B. 从盛有浸渍油的容器内取出浸油带卷，把带卷放入专门用的盆内使油从带卷上滴流约10分钟。

C. 首先从带卷上绕下约半带卷的带（这是不准作试验的）然后再向下绕下试验所需要的带，并一层层地折迭起来，每层折迭宽度应该为300~350公厘，所折层数应该比试验所需要的张数多4~6张。

D. 把欲剪试样的带张迭放在铺电缆带的桌面上，其数量要比需要装入电极内进行测定的数量多出4~6张。

E. 把样板放在折迭带上的中部，用手压样板之同时，用刀刀或刀片切出带样，做电气试验时，迭放带下面的2~3张者不应该用。

F. 欲做电气性能试样的带张，禁止测定厚度，可利用“四”项中不做电气性能试验的带张测定厚度。

9. 由未浸油带切带样时，应按照本须知第八项（A、Y、Z和E诸条）进行。

10. 剪切下米的干燥未浸油带样，应用干净的电缆带包上，以备干燥和试验用，但对包电缆带上应注明此带样何时由那里剪下。

Ⅲ. 试验前的准备和电极的装配

11. 即要进行测定之前，应该用航空汽油（5-70号）或精馏酒精清洗电极然后把他们装入事先已加热到 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 的恒温箱内烘 $10 \sim 15$ 分钟。

12. 把带样装入测定用电极的下电极内（见图1）放带时勿用手触动电极的内表面。

13. 把护环放到下部电极内的欲试带样上，所放护环应与下部电极为正中心；为此，护环与下部电极之间立放四块玻璃使其与相邻之玻璃呈 90° （见图1）

14. 把上部电极装入护环内，其两者之间再放四个陶瓷珠，所放陶瓷珠相互间应呈 90° ，以便使上电极与护环对正中心，且固定不动（见图1），陶瓷珠应用金属镊子头放。

Ⅳ. 带样的干燥

15. 装带的电极应放在真空恒温箱内的绝缘座上（瓷和陶瓷座上）。

16. 把测定线接到电极和护环上：CX线接下电极“V”，H线（试验电压）接上电极；接地线接护环。

17. 关闭恒温箱的门并拧紧螺栓，把温度调节器手柄转到相当 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 刻度上（刻度值为4~4.4）再接通恒温箱之加热装置。

18. 待恒温箱内之温度升到 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 之后，应重新再拧紧一次门上的螺栓，拧紧门中央的螺栓，接通真空泵使恒温箱

内产生真空。

19. 进行浸油样品之干燥时，待恒温箱内之样品加热到 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 之后（同18项）应该抽真空，使真空计的指针达到760公厘水银柱的位置，然后保持1小时。

20. 干燥未浸油样品，应该在 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 的温度下及剩余压力符合于真空计指针在刻度盘上的刻度位置即760公厘水银柱的情况下进行干燥。其保持时间应根据样品的厚度而定即：

标准卷度（比重 $0.7 \sim 0.9$ 克/ CM^3 ）绝缘纸 6小时

紧压电缆纸（比重 $0.95 \sim 1.2$ 克/ CM^3 ） 8小时

为了在剩余压力符合于真空计指针刻度位置时（760公厘水银柱）保持 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 的温度，应该在接通真空泵后，每隔 $10 \sim 15$ 分钟，把温度调节器的手柄转到4、6~5.2的刻度上。这时应该严格地注意温度，必要时更换手柄位置。

21. 样品干燥完毕后，应停止真空泵，将下恒温箱门中央的螺栓（使箱内产生标准大气压），然后打开恒温箱的门，在测定用电极的内电极上加放9公斤的荷重，再把门关闭并将紧压螺栓，借助于温度调节手柄把恒温箱的温度调整到 $100 \pm 1^{\circ}\text{C}$ （温度调节器的手柄应处于4~4.2刻度位置上）

V. 测定样品的 $\text{Tg}\delta$ 和 ϵ 、C 值

22. 待 $100 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的温度保持1小时之后，应该在恒温箱内为标准大气压的情况下，电场强度为1.5千伏/公厘下进行样品 $\text{Tg}\delta$ 和 ϵ 、C 的第一次测定。当每张样品为 Δ 公厘，张数为 N 个时，所给电压应该为 $1500 N \Delta$ 伏。当样品和张数为第2项所指的数时，试验电压应该为550伏。

23. 第一次测定之后经过30分钟，应该进行第二次测定。两次所测定之 $\text{Tg}\delta$ 值的差数，相互不可大于0.0003如差数大于这个值时，则应每隔30分钟重复进行试验直至差数与前次所测