

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 474.1—2006
代替 DL 474.1—1992

现场绝缘试验实施导则 绝缘电阻、吸收比和极化指数试验

Guide for insulation test on site
Insulation resistance, dielectric absorption ratio and polarization index test

2006-05-06 发布

2006-10-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

前 言

本标准是根据《国家发展和改革委员会关于印发 2005 年行业标准项目计划的通知》(发改办工业[2005]739 号文)的安排,对 DL 474.1—1992 进行的修订。

DL 474.1—1992《现场绝缘试验实施导则 绝缘电阻、吸收比和极化指数试验》是我国电力行业专家根据多年现场工作经验编写的。此次仅从其与现行相关标准的衔接、试验仪器更新的现状、现场试验中出现的新问题等方面考虑作了局部修订,对个别用词和印刷中的差错进行了相应的更正。主要修订内容如下:

- 整体格式编写参考了 DL/T 600—2001 的要求,修改了部分排序,增加“规范性引用文件”等条款。
- 原第 1.1 条(现第 1 章)中的“能源部《电气设备预防性试验规程》”改为 DL/T 596。
- 为了与 DL/T 596《电力设备预防性试验规程》一致,将原第 2.2 条(现第 3.2 条)中吸收比 K_1 和极化指数 K_2 分别改为 K 和 PI 。
- 考虑了整流电源型兆欧表的普及等因素,适当补充和修改了相应的内容:
 - 1) 将原第 3.1 条(现第 4.1 条)中“50 Hz”改为“工频”。
 - 2) 试验证明,电力变压器等大型电力设备的绝缘电阻、吸收比和极化指数试验结果与兆欧表的负载特性关系较大,在现第 4.5 条中规定了大型电气设备历次试验选用负载特性相近的兆欧表。
 - 3) 现场试验表明,高压大容量电力变压器的绝缘电阻、吸收比和极化指数试验结果与空气的相对湿度及试验时段关系密切,例如一台 500 kV 变压器,夏季早晨 9:00、相对湿度 84% 试验时绝缘电阻、吸收比和极化指数分别为 9 500 M Ω 、1.23 和 1.47,而下午 16:15、相对湿度 46% 试验时绝缘电阻、吸收比和极化指数分别为 72 000 M Ω 、1.36 和 1.63。因此在原 4.2 条(现第 5.2 条)中建议当湿度原因造成外绝缘对试验结果影响较大时,应尽量在空气的相对湿度较小的时段(例如午后)进行测量。
 - 4) 在原第 4 章(现第 5 章)试验步骤中增加了整流电源型兆欧表的测量方法等有关内容。
 - 5) 现场测量变电所、升压站高压母线附近的高压电气设备绝缘电阻时,出现过由于感应电压较高而使测量结果不可信,甚至试验无法进行的情况。修订时在原第 5.3 条(现第 6.3 条)对此加以提示。
 - 6) 在现第 6.5 条测量结果的判断中,作为例子,提出了换算至同温度下的历次试验结果显著降低的参考值为 70%,这是与 DL/T 596《电力设备预防性试验规程》一致的。
 - 7) 为了保证仪器测量结果的有效性,增加了试验前对兆欧表本身检查的内容,增加提示兆欧表每年至少应校验一次。
 - 8) 关于残余电荷的影响,增加了交联电缆试验时应注意的问题。由于残余电荷的影响,电缆耐压前后(尤其是直流耐压)的绝缘电阻的变化可能较大,故放电时间应足够长。

本标准实施后代替 DL 474.1—1992。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业高电压试验技术标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准起草单位:安徽省电力科学研究院、武汉大学、华北电力科学研究院有限责任公司。

本标准起草人:郭守贤、关根志、邓春。

本标准于 1992 年 11 月 3 日首次发布,本次为第一次修订。

现场绝缘试验实施导则

绝缘电阻、吸收比和极化指数试验

1 范围

本标准提出了绝缘电阻、吸收比和极化指数试验所涉及的仪表选择、试验方法和注意事项等一系列技术细则。

本标准适用于在发电厂、变电所、电力线路等现场和在修理车间、试验室等条件下对高、低压电气设备进行绝缘电阻、吸收比和极化指数试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

JJG 622 绝缘电阻表(兆欧表)检定规程

3 试验内容

试验内容包括绝缘电阻、吸收比和极化指数。

3.1 绝缘电阻

测量电气设备的绝缘电阻,是检查设备绝缘状态最简便和最基本的方法。在现场普遍用兆欧表测量绝缘电阻。绝缘电阻值的大小常能灵敏地反映绝缘情况,能有效地发现设备绝缘局部或整体受潮和脏污,以及绝缘击穿和严重过热老化等缺陷。

用兆欧表测量设备的绝缘电阻,由于受介质吸收电流的影响,兆欧表指示值随时间逐步增大,通常读取施加电压后 60 s 的数值或稳定值,作为工程上的绝缘电阻值。

3.2 吸收比和极化指数

吸收比 K 为 60 s 绝缘电阻值(R_{60s})与 15 s 绝缘电阻值(R_{15s})之比值,即:

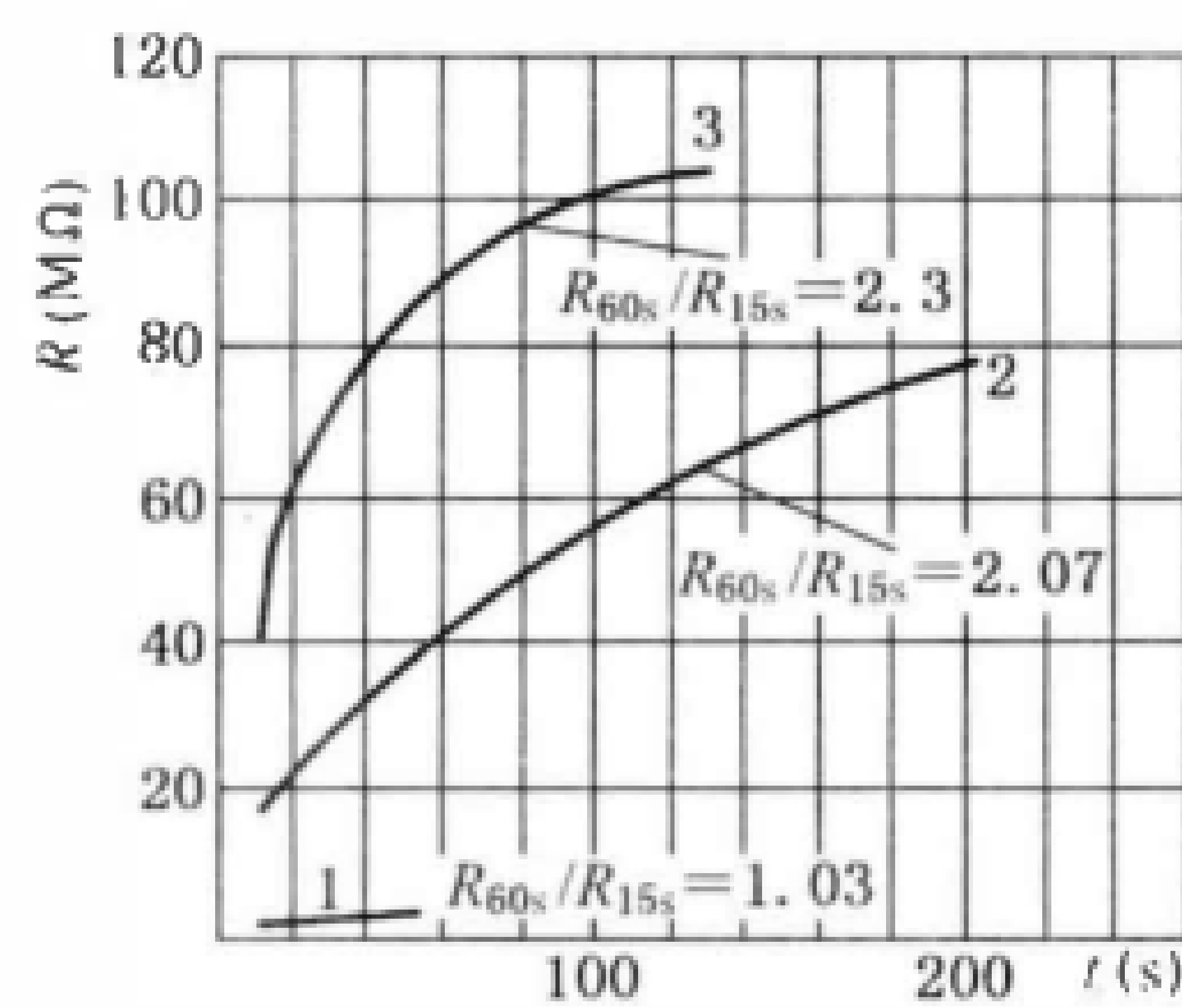
$$K = \frac{R_{60s}}{R_{15s}}$$

对于大容量和吸收过程较长的被试品,如变压器、发电机、电缆、电容器等电气设备,有时吸收比值 R_{60s}/R_{15s} 尚不足以反映吸收的全过程,可采用较长时间的绝缘电阻比值,即 10 min 时的绝缘电阻(R_{10min})与 1 min 时的绝缘电阻(R_{1min})的比值 PI 来描述绝缘吸收的全过程, PI 称作绝缘的极化指数,即:

$$PI = \frac{R_{10min}}{R_{1min}}$$

在工程上,绝缘电阻和吸收比(或极化指数)能反映发电机、油浸式电力变压器等设备绝缘的受潮程度。绝缘受潮后吸收比(或极化指数)值降低(如图 1),因此它是判断绝缘是否受潮的一个重要指标。

应该指出,有时绝缘具有较明显的缺陷(例如绝缘在高压下击穿),吸收比(或极化指数)值仍然很好。吸收比(或极化指数)不能用来发现受潮、脏污以外的其他局部绝缘缺陷。



- 1——干燥前 15 °C；
- 2——干燥结束时 73.5 °C；
- 3——运行 72 h 后，并冷却至 27 °C。

图 1 某台发电机绝缘电阻 R 与时间 t 的关系

4 使用仪表

试验最常用的测量仪表是兆欧表。

4.1 兆欧表的型式

兆欧表按电源型式通常可分为发电机型和整流电源型两大类。发电机型一般为手摇(或电动)直流发电机或交流发电机经倍压整流后输出直流电压；整流电源型由低压工频交流电(或干电池)经整流稳压、晶体管振荡器升压和倍压整流后输出直流电压。

4.2 兆欧表的电压

兆欧表的电压通常有 100 V、250 V、500 V、1 000 V、2 500 V、5 000 V、10 000 V 等多种。也有可连续改变输出电压的兆欧表。应区分不同被试设备，按照相关规程的有关规定选用适当输出电压的兆欧表。

对水内冷发电机采用专用兆欧表测量绝缘电阻。

4.3 兆欧表的容量

兆欧表的容量即最大输出电流值(输出端经毫安表短路测得)对吸收比和极化指数测量有一定的影响。测量吸收比和极化指数时应尽量采用大容量的兆欧表，即选用最大输出电流 1 mA 及以上的兆欧表，大型电力变压器宜选用最大输出电流 3 mA 及以上的兆欧表，以期得到较准确的测量结果。

4.4 兆欧表的负载特性

兆欧表的负载特性，即被测绝缘电阻 R 和端电压 U 的关系曲线，随兆欧表的型号而变化。图 2 为兆欧表的一般负载特性。当被测绝缘电阻值低时，端电压明显下降。

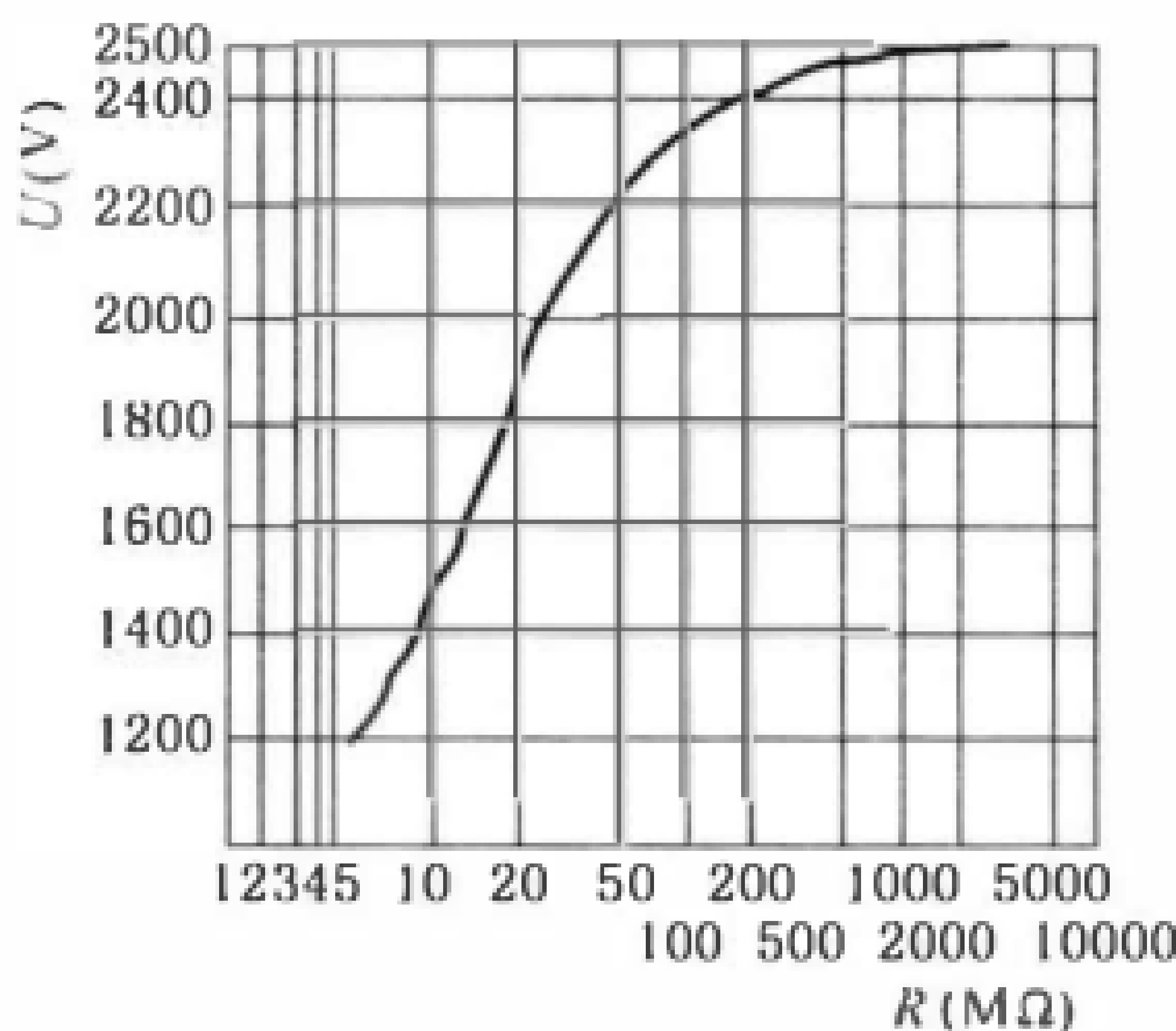


图 2 兆欧表的一般负载特性

4.5 选用兆欧表时的注意事项

- a) 对有介质吸收现象的发电机、变压器等设备，绝缘电阻值、吸收比值和极化指数随兆欧表电压

高低而变化,故历次试验应选用电压相同和负载特性相近的兆欧表。

- b) 对二次回路或低压配电装置及电力布线测量绝缘电阻,并兼有进行直流耐压试验的目的时,可选用 2 500 V 兆欧表。由于低压装置的绝缘电阻一般较低($1\text{ M}\Omega\sim 20\text{ M}\Omega$),兆欧表输出电压因受负载特性影响,实际端电压并不高。用 2 500 V 兆欧表代替直流耐压试验时,应考虑到由于绝缘电阻低而使端电压降低的因素。

5 试验步骤

5.1 断开被试品的电源,拆除或断开对外的一切连线,将被试品接地放电。对电容量较大者(如发电机、电缆、大中型变压器和电容器等)应充分放电(不少于 5 min)。放电时应用绝缘棒等工具进行,不得用手碰触放电导线。

5.2 用干燥清洁柔软的布擦去被试品外绝缘(如变压器套管等)表面的脏污,必要时用适当的清洁剂洗净。

对于高压大容量的电力变压器,若湿度等原因造成外绝缘对测量结果影响较大时,应尽量在空气相对湿度较小的时段(如午后)进行测量。

5.3 兆欧表上的接线端子“E”是接被试品的接地端的,常为正极性;“L”是接被试品高压端的,常为负极性;“G”是接屏蔽端的。“L”与被试品之间应采用相应绝缘强度的屏蔽线和绝缘棒作连接。

将兆欧表水平放稳,试验前对兆欧表本身进行检查。发电机型兆欧表不摇时其指示应停在任意位置;当接通整流电源型兆欧表电源或摇动发电机型兆欧表在低速旋转时,用导线瞬时短接“L”和“E”端子,其指示应为零;开路时,接通电源或兆欧表达额定转速时其指示应指“ ∞ ”。然后断开电源或使兆欧表停止转动,将兆欧表的接地端与被试品的地线连接,兆欧表的高压端接上屏蔽连接线,连接线的另一端悬空(不接试品),再次接通电源或驱动兆欧表,兆欧表的指示应无明显差异。

对整流电源型兆欧表,将兆欧表的接地端与被试品的地线连接,将带屏蔽的连接线 L 接到被试品测量部位,接通兆欧表电源开始测量,必要时接上屏蔽环(见 6.1)。

对发电机型兆欧表保持额定转速,将带屏蔽的连接线 L 接到被试品测量部位开始测量。如遇表面泄漏电流较大的被试品(如发电机、变压器等)还要接上屏蔽环(见 6.1)。

5.4 对整流电源型兆欧表保持其输入电源电压和直流输出电压稳定,对发电机型兆欧表保持兆欧表在额定转速,待指针或绝缘电阻数字稳定后(或 60 s),读取绝缘电阻值。

5.5 测量吸收比和极化指数时,接通被试品后,同时记录时间,分别读出 15 s 和 60 s(或 1 min 和 10 min)时的绝缘电阻值。

5.6 读取绝缘电阻值后,对发电机型兆欧表应先断开接至被试品高压端的连接线,然后再将兆欧表停止运转。测试大容量设备时更要注意,防止被试品的电容在测量时所充的电荷经兆欧表放电而使兆欧表损坏;对带保护的整流电源型兆欧表可以不受断开接至被试品高压端的连接线与将兆欧表断开电源停止运转的顺序限制。

5.7 断开兆欧表连线后将被试品短接放电并接地。

对发电机型兆欧表当其输出电压较高、被试品电容量较大时,断开兆欧表连线后宜先经电阻将被试品放电,待残余电荷释放一段时间后再将被试品直接放电并接地。

5.8 测量时应记录被试设备的温度、空气温度、湿度、气象情况、试验日期及使用仪表等。

6 影响因素及注意事项

6.1 外绝缘表面泄漏的影响

一般应在空气相对湿度不高于 80% 条件下进行试验,在相对湿度大于 80% 的潮湿天气,电气设备引出线瓷套表面会凝结一层极薄的水膜,造成表面泄漏通道,使绝缘电阻明显降低。此时,应按图 3 所示的接线图,在被试品引出线套管上装设屏蔽环(用细铜线或细熔丝紧扎数圈,使其和引出线套管外表

面紧密接触),并连接到兆欧表屏蔽端子。屏蔽环应接在靠近兆欧表高压端所接的引出线套管端子,远离接地部分,以免造成兆欧表过载,使端电压急剧降低,影响测量结果。

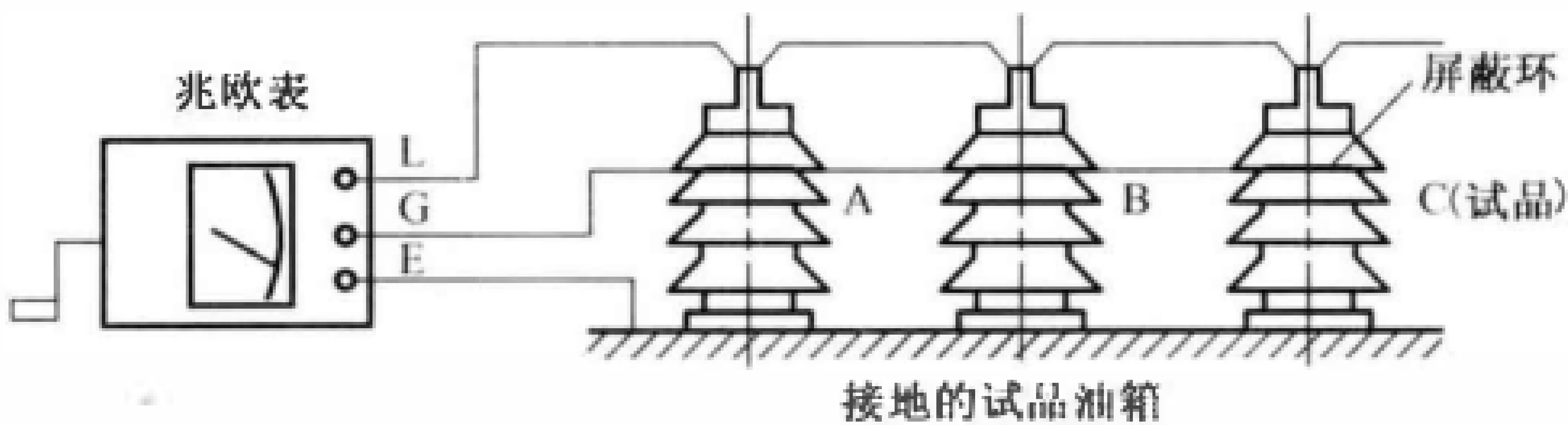


图 3 测量绝缘电阻时屏蔽环的位置

6.2 残余电荷的影响

若试品在上一次试验后,接地放电时间 t 不充分,绝缘内积聚的电荷没有完全释放,仍积滞有一定的残余电荷,会直接影响绝缘电阻、吸收比和极化指数的测量结果。图 4 为一台发电机先测量绝缘电阻后经历不同的放电时间再进行复测的结果,可以看出,接地放电时间至少 5 min 以上才能得到较正确的结果。

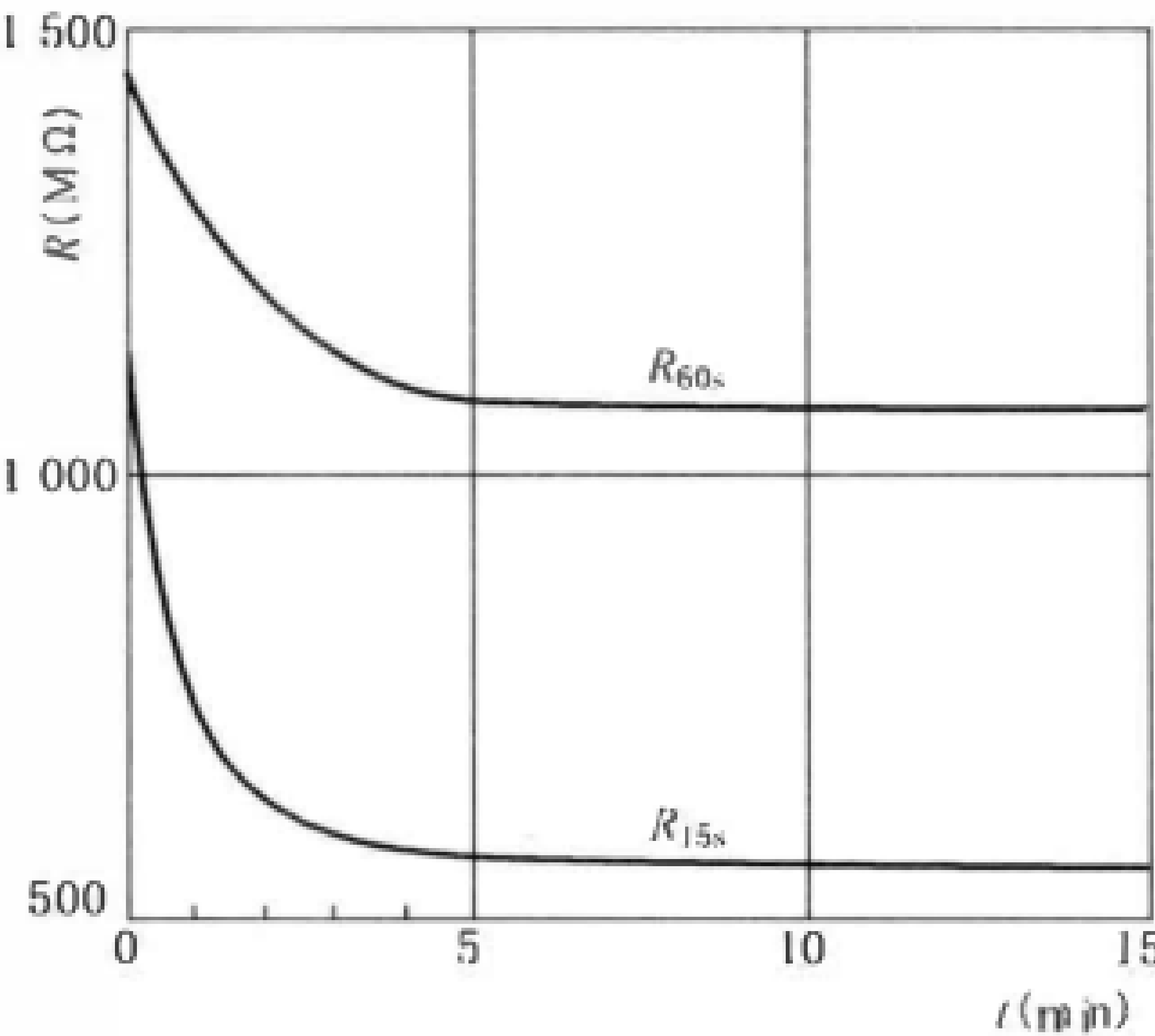


图 4 某台发电机经不同接地放电时间后复测绝缘电阻结果

对于交联电缆试验时应注意,由于残余电荷的影响,电缆耐压前后(尤其是直流耐压)的绝缘电阻的变化可能较大,放电时间应足够长。

对三相发电机分相测量定子绝缘电阻时,试完第一相绕组后,也应充分放电 5 min 以上,才能打开第二相绕组的接地线试验第二相绕组。否则同样会发生相邻相间异性电荷未放净造成测得绝缘电阻值偏低的现象。

6.3 感应电压的影响

测量高压架空线路绝缘电阻时,若该线路与另外带电线路有平行段,则不宜进行测量,防止静电感应电压危及人身安全,也避免工频感应电流流过兆欧表使测量无法进行。

测量变电所、升压站高压母线附近的高压电气设备绝缘电阻时,若被试设备上的感应电压太高,也会对安全和试验结果产生较大影响。

雷电活动对架空线路有影响时不可进行该线路的绝缘电阻测量。

6.4 温度的影响

测量绝缘电阻时,试品温度一般应在 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。

绝缘电阻随着温度升高而降低,但目前还没有一个通用的固定换算公式。

温度换算系数最好以实测决定。例如正常状态下,当设备自运行中停下,在自行冷却过程中,可在不同温度下测量绝缘电阻值,从而求出其温度换算系数。

6.5 测量结果的判断

绝缘电阻值的测量是常规试验项目中最基本的项目。根据测得的绝缘电阻值,可以初步估计设备的绝缘状况,通常也可决定是否能继续进行其他施加电压的绝缘试验项目等。

在 DL/T 596 中,有关绝缘电阻标准,除对少数结构比较简单和部分低电压设备规定了最低值外,对多数高压电气设备的绝缘电阻值不作规定或自行规定。

除了测得的绝缘电阻值很低,试验人员认为该设备的绝缘不良外,在一般情况下,试验人员应将同样条件下的不同相绝缘电阻值进行比较,不应有明显差别,或以同一设备历次试验结果(在可能条件下换算至同一温度)进行比较,不应有显著降低(例如降低至 70%),结合其他试验结果进行综合判断。需要时,应对被试品各部位分别进行分解测量(将不测量部位接屏蔽端),便于分析缺陷部位。

6.6 兆欧表的校验

兆欧表每年应校验一次,校验结果应满足 JJG 622 的规定。
