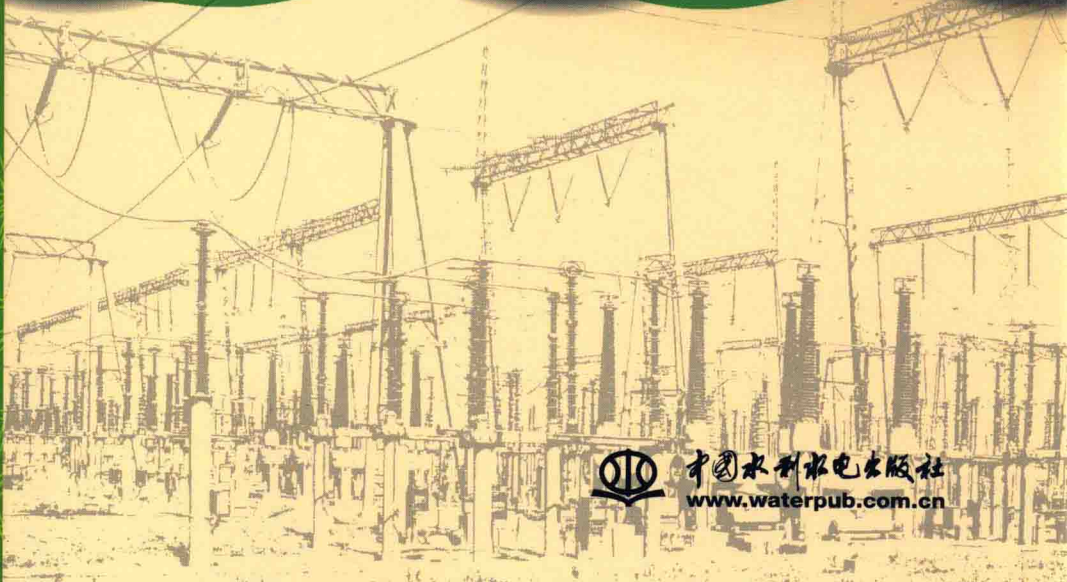


变电站运行与检修技术丛书

110kV 变电站 电气试验技术

丛书主编 杜晓平

本书主编 楼其民 楼 钢



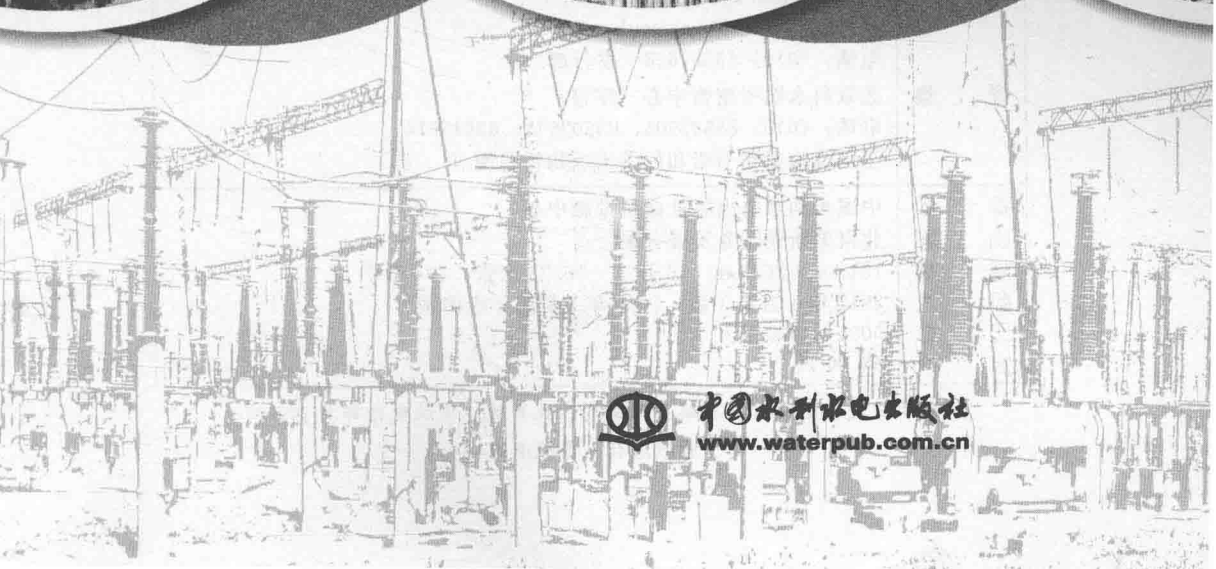
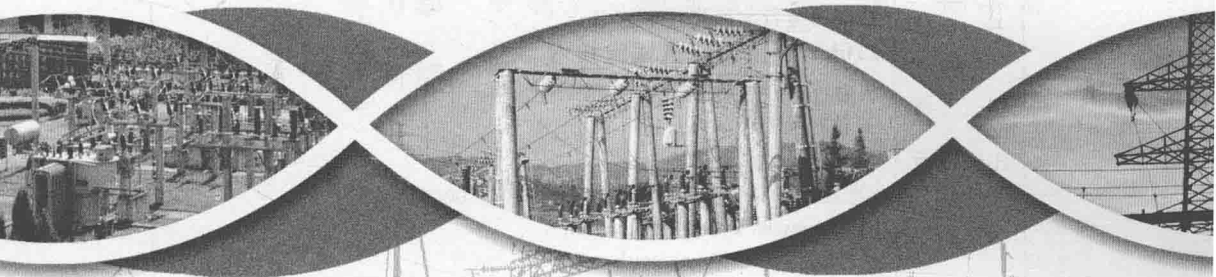
中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

变电站运行与检修技术丛书

110kV 变电站 电气试验技术

丛书主编 杜晓平

本书主编 楼其民 楼 钢



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是《变电站运行与检修技术丛书》之一。本书结合多年来现场工作的宝贵经验,主要介绍了110kV变电站各电气试验技术。全书共分3章,分别介绍了电气试验理论部分、电气专项试验、设备C级检修等内容。

本书既可作为从事变电站运行管理、检修调试、设计施工和教学等相关人员的专业参考书和培训教材,也可作为高等院校相关专业师生的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

110kV变电站电气试验技术 / 楼其民, 楼钢主编. —
北京: 中国水利水电出版社, 2016.1
(变电站运行与检修技术丛书 / 杜晓平主编)
ISBN 978-7-5170-3907-5

I. ①1… II. ①楼… ②楼… III. ①变电所—电工试验 IV. ①TM63

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第314500号

书 名	变电站运行与检修技术丛书 110kV 变电站电气试验技术
作 者	丛书主编 杜晓平 本书主编 楼其民 楼 钢
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
刷 印	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 10.75印张 254千字
版 次	2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	38.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《变电站运行与检修技术丛书》

编 委 会

丛 书 主 编 杜晓平

丛书副主编 楼其民 李 靖 郝力军 王韩英

委 员 (按姓氏笔画排序)

王瑞平	方旭光	孔晓峰	吕朝晖	杜文佳
李有春	李向军	吴秀松	应高亮	张一军
张 波	陈文胜	陈文通	陈国平	陈 炜
邵 波	范旭明	周露芳	郑文林	赵寿生
郝力飙	钟新罗	施首健	钱 肖	徐军岳
徐街明	郭伯宙	温信强		

本书编委会

主 编 楼其民 楼 钢

副 主 编 张一军 吴胥阳 李向军

参编人员 (按姓氏笔画排序)

马 骁 吴 峰 余 侃 陈欣华 徐勇俊

盛 骏 程辉阳 楚文成

前 言

全球能源互联网战略不仅将加快世界各国能源互联互通的步伐,也势必强有力地促进国内智能电网快速发展,许多电力新设备、新技术应运而生,电网安全稳定运行面临着新形势、新任务、新挑战。这对如何加强专业技术培训,打造一支高素质的电网运行、检修专业队伍提出了新要求。因此我们编写了《变电站运行与检修技术丛书》,以期指导提升变电运行、检修专业人员的理论知识和操作技能水平。

本丛书共有六个分册,分别是《110kV 变电站保护自动化设备检修运维技术》《110kV 变电站电气设备检修技术》《110kV 变电站电气试验技术》《110kV 变电站开关设备检修技术》《110kV 变压器及有载分接开关检修技术》以及《110kV 变电站变电运维技术》。作为从事变电站运维检修工作的员工培训用书,本丛书将基本原理与现场操作相结合、理论讲解与实际案例相结合,立足运维检修,兼顾安装维护,全面阐述了安装、运行维护和检修相关内容,旨在帮助员工快速准确判断、查找、消除故障,提升员工的现场作业、分析问题和解决问题能力,规范现场作业标准化流程。

本丛书编写人员均为从事一线生产技术管理的专家,教材编写力求贴近现场工作实际,具有内容丰富、实用性和针对性强等特点。通过对本丛书的学习,读者可以快速掌握变电站运行与检修技术,提高自己的业务水平和工作能力。

本书是《变电站运行与检修技术丛书》的一本,主要包括:电气试验理论部分、电气专项试验、设备 C 级检修等。

在本丛书的编写过程中得到过许多领导和同事的支持和帮助,

使内容有了较大改进，在此向他们表示衷心的感谢。本丛书的编写参阅了大量的参考文献，在此对其作者一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中疏漏和不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2015 年 11 月

目 录

前言

第 1 章 电气试验理论部分	1
1.1 电路基础理论	1
1.2 高电压基础理论	3
1.3 电气试验基础理论	4
第 2 章 电气专项试验	9
2.1 绝缘电阻测试	9
2.2 直流泄漏试验	13
2.3 介质损耗测试	17
2.4 开关特性测试	27
2.5 直流电阻测试	30
2.6 低电压短路阻抗检测	34
2.7 变压器绕组频率响应测试	37
2.8 有载分接开关测试	39
2.9 交流耐压试验	43
2.10 红外成像测试	50
2.11 电力设备的状态评价	57
第 3 章 设备 C 级检修	62
3.1 110kV 变压器 C 级检修	62
3.2 110kV SF ₆ 断路器 C 级检修	68
3.3 10kV 真空断路器 C 级检修	72
3.4 110kV 电压互感器 C 级检修	76
3.5 110kV 电流互感器 C 级检修	83
3.6 无间隙金属氧化物避雷器 C 级检修	88
附录 A 输变电设备基础资料与信息收集明细表	94
附录 B 资料性附录一	99
附录 C 资料性附录二	100
附录 D 规范性附录一	110
附录 E 规范性附录二	135

第1章 电气试验理论部分

1.1 电路基础理论

1.1.1 电阻的串联和并联

把若干个电阻依次连接的方式可称为电阻的串联，如图 1-1 所示。

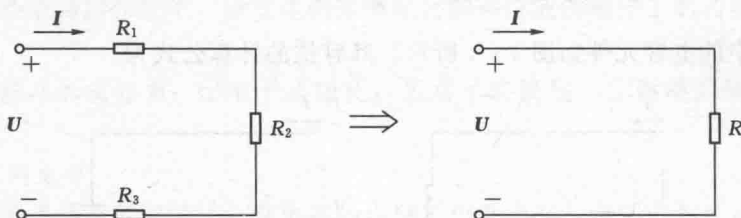


图 1-1 串联电路示意图

图 1-1 中，电路等效电阻 R 可计算为 $R=R_1+R_2+R_3$ 。

把若干个电阻的首端连在一起，尾端也连在一起，称为电阻的并联，如图 1-2 所示。

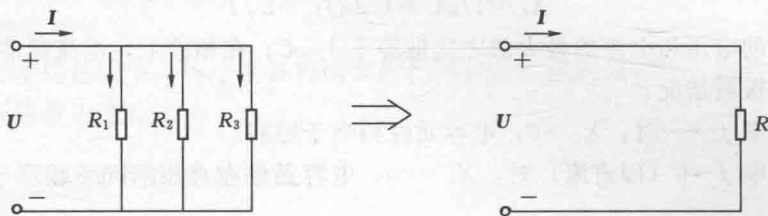


图 1-2 并联电路示意图

图 1-2 中，电路等效电阻 R 的关系式为

$$1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3$$

1.1.2 欧姆定律

一个电阻器，如果忽略其磁效应，可视为一个电阻元件。电阻元件是一种最常见的元件，它的特性可以用端电压和电流之间的关系来表示，又称为伏安关系，即

$$U=RI$$

式中 U ——电阻元件两端的电压，V；

I ——通过电阻元件的电流，A；

R ——电阻元件的电阻， Ω 。

由于电阻元件中的电流与电压的实际方向总是一致，所以该式只有在关联参考方向下才适用。

1.1.3 正弦电路中的电感元件

电感元件如图 1-3 所示。其感抗的计算公式为

$$X_L = \omega L = 2\pi fL = U/I$$

电感元件的电压和电流的最大值之比等于 ωL ；在相位上，电压超前电流 90° 。

对于两种极端情况：

- (1) 当频率 $f \rightarrow \infty$ 时， $X_L \rightarrow \infty$ ，电感元件相当于开路。
- (2) 当频率 $f \rightarrow 0$ （即直流）时， $X_L = 0$ ，电感元件在直流情况下相当于短路。

1.1.4 正弦电路中的电容元件

正弦电路中的电容元件如图 1-4 所示。其容抗的计算公式为

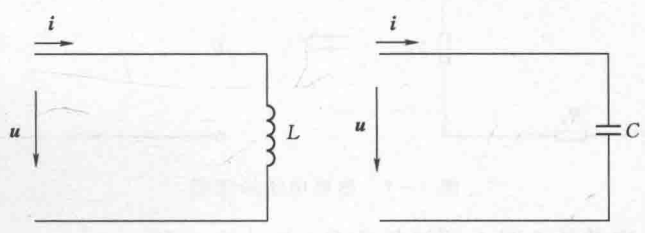


图 1-3 电感元件示意图

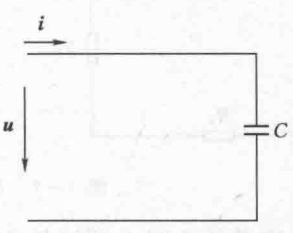


图 1-4 电容元件示意图

$$X_C = 1/\omega C = 1/2\pi fC = U/I$$

电容元件的电压和电流的最大值之比值等于 $1/\omega C$ ；在相位上，电流超前电压 90° 。

对于两种极端情况：

- (1) 当频率 $f \rightarrow \infty$ 时， $X_C \rightarrow 0$ ，电容元件相当于短路。
- (2) 当频率 $f \rightarrow 0$ （即直流）时， $X_C = \infty$ ，电容元件在直流情况下相当于开路，具有隔直作用。

1.1.5 R、L、C 串联电路的谐振

含有电感和电容的交流电路，在一般情况下，电路的端电压和电流是有相位差的，但在一定的条件下，端电压和电流可能出现同相位的现象，称为电路发生谐振。谐振在实际工程中有着广泛的应用，但在有些场合也可能造成一些危害，因而研究谐振有着重要的实用意义。R、L、C 串联电路如图 1-5 所示。

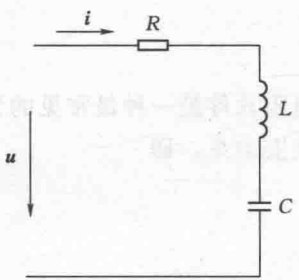


图 1-5 R、L、C 串联电路

在正弦电压 u 的作用下，电路中电流的有效值 $I =$

$$U/\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}.$$

电压和电流的相位差 $\varphi = \arctan [(\omega L - 1/\omega C) / R]$ 。

如果外加电压的频率可变，当 ω 从零逐渐增加时，感抗

ωL 也从零逐渐增加, 而容抗 $1/\omega C$ 则从无限大逐渐减小。在某一频率下, 如果 $\omega L = 1/\omega C$ 时, $\varphi = 0$, 电压和电流同相位, 电路即发生谐振。此时 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$, 对应的谐振频率 $f_0 = 1/2\pi \sqrt{LC}$ 。

1.2 高电压基础理论

1.2.1 电介质的基本电气特性

电介质又称绝缘材料, 简称绝缘, 是电工中应用最广泛的一类材料。电介质在电场作用下会发生极化、电导、损耗、击穿等物理现象, 在长期使用条件下还会发生老化。

1. 电介质的极化

电介质在外电场的作用下, 所发生的束缚电荷的移位或偶极分子的转向, 称为电介质的极化。

其极化的基本形式分为: ①电子式极化; ②离子式极化; ③偶极式极化; ④夹层式极化。

2. 电介质的电导

电介质并不是理想的绝缘体, 在电场的作用下仍然会有一定的电流流过, 这就叫做电介质的电导。

3. 电介质的损耗

电介质在外加电压作用下, 一部分电能被转换为热能, 这种现象称为介质损耗。其损耗可分为电导损耗、极化损耗及电离损耗等。

4. 电介质的老化

电介质在使用过程中, 由于受各种因素的作用, 其性能逐渐变坏, 以致最后丧失使用价值, 这一现象称为老化。

1.2.2 气体放电的基本理论

气体在电压作用下而发生导通电流的现象称为气体放电。其主要形式有: ①火花放电; ②辉光放电; ③电晕放电; ④电弧放电。

气体放电理论又可分为均匀电场中的气体放电和不均匀电场中的气体放电。其中较为典型的理论有汤逊放电理论、巴申定律和流柱理论等, 这些理论都是建立在均匀电场下的, 实际电力设施中常见的却是不均匀电场, 研究这些理论是为了探寻气体放电的基本物理过程, 为不均匀电场中的气体放电提供基石。

1.2.3 液体、固体电介质的击穿特性

1. 液体电介质的击穿

关于液体电介质击穿过程的观点, 目前概况可以分为两大类: ①由于电子的碰撞游离而发生击穿; ②液体介质内含有各种杂质, 在电场作用下, 杂质形成“小桥”, 贯通电极间导致击穿。

2. 固体电介质的击穿

固体电介质的击穿与气体、液体电介质的击穿比较，主要有两点不同：①固体电介质的击穿强度一般都比气体和液体的高；②固体电介质的击穿通常是一种不可逆的变化过程，击穿以后的介质中留有不能恢复的痕迹，如贯穿两极间的熔洞、烧穿的孔道、裂开等，即使去掉外施电压，也不像气体、液体电介质那样能自己恢复绝缘性能。

1.2.4 电气设备的绝缘特性

绝缘的作用就是将电位不等的导体分隔开，使导体没有电气的连接，从而能保持不同的电位，所以绝缘是电气设备结构中的重要组成部分。电力系统中的事故很大一部分就是由于设备绝缘破坏所造成。因此，掌握电气设备的绝缘知识十分重要。

电气设备的绝缘必须满足以下几方面的基本要求：①电气性能；②机械性能；③热稳定性；④化学稳定性。

1.3 电气试验基础理论

1.3.1 电气试验的意义

电气设备必须在长期运行中保持高度的可靠性，为此必须对设备按设计的规格进行各种试验。通过试验，掌握电气设备绝缘的情况，可保证产品质量或及早发现其缺陷，从而进行相应的维护与检修，以保证设备的正常运行，降低发生事故的概率。

1.3.2 电气试验的分类

电气试验可分为特性试验和绝缘试验两大类。

(1) 特性试验，主要是对电气设备的电气或机械方面的某些特性进行测试，从而判断设备性能有无缺陷。

(2) 绝缘试验，一般可分为非破坏性试验和破坏性试验两种。非破坏性试验，是指在较低的电压下或是用其他不会损伤绝缘的办法来测量设备绝缘的各种特性，进而判断设备绝缘状况。该类试验针对隐患和缺陷问题有一定的作用和效果，但由于试验电压较低，所以发现缺陷的灵敏性不是很高。例如绝缘电阻试验、介质损耗因数试验、泄漏电流试验等。破坏性试验，是在较高的电压下对设备绝缘进行测量，进而判断设备绝缘状况，例如交流耐压试验、直流耐压试验。该类试验能有效发现危险性较大的绝缘缺陷及隐患，但由于试验电压较高，会对设备绝缘造成一定的损伤。因此，破坏性试验必须在非破坏性试验合格之后进行，以免对绝缘造成无辜损伤甚至击穿。

1.3.3 高电压试验理论

1.3.3.1 绝缘电阻试验

在任何一种绝缘体上施加一定的电压，都会有微弱的电流通过。施加的电压与流过的电流之比即为该绝缘体的绝缘电阻。

1. 绝缘电阻试验的目的

测量绝缘电阻是一项最简单而又最常用的试验方法，通常用兆欧表（也称绝缘电阻表，俗称摇表）进行测量。根据测得的试品载 1min 时的绝缘电阻的大小，可以检测出绝缘是否有贯通的集中性缺陷、整体受潮或者贯通性受潮。例如，电力变压器的绝缘整体受潮后其绝缘电阻明显下降，可以用兆欧表检测出来。

应当注意，只有当绝缘缺陷贯通于两极之间时，测量其绝缘电阻才会有明显的变化，即通过测量才能灵敏地检出缺陷。若绝缘只有局部缺陷，而两极间仍保持有部分良好绝缘时，绝缘电阻降低很少，甚至不会发生变化，因此绝缘电阻对局部缺陷的反应不够灵敏。

2. 测量绝缘电阻的原理

通过测量绝缘电阻为什么能发现上述缺陷？在测量中为什么又读取 1min 的绝缘电阻值？针对这些问题，需要从绝缘介质在直流电压下形成的电流特性展开分析。

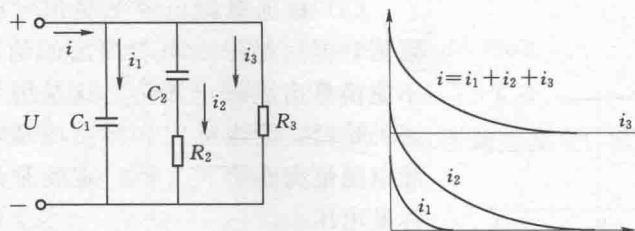
绝缘介质在直流电压的作用下会产生极化、电导等物理过程。

如图 1-6 (a) 所示为电力设备绝缘在直流电压作用下的电路图。由图 1-6 可见，在实际的电介质上施加一定直流电压后，会形成一随时间衰减的电流，如图 1-6 (b) 中曲线 i 所示。该电流由 3 部分组成，分别是：

(1) 充电电流。主要由电子式极化、离子式极化形成，也称为电容电流。由于这两种极化过程极为短暂，可以看成是瞬间完成的，因此电容电流在加直流电压后很快就衰减为零，如图 1-6 (b) 中曲线 i_1 所示。其电流回路在等值电路中用一个纯电容 C_1 表示，如图 1-6 (a) 所示。

(2) 吸收电流。绝缘介质中的偶极子，在直流电压作用下会发生转动，即发生偶极子极化，形成电流；另外，如果绝缘是由不同材料复合而成，或者绝缘材料是不均匀的，那么在不同绝缘材料或不均匀材料的交界面上还会产生夹层式极化，形成电流。由偶极子极化和夹层式极化形成的电流叫吸收电流。吸收电流随时间的增加而衰减。由于偶极子极化的过程较长，夹层式极化的过程更长，所以吸收电流比电容电流衰减的慢得多，如图 1-6 (b) 中曲线 i_2 所示。在等值电容中用一个电容 C_2 和电阻 R_2 串联表示，如图 1-6 (a) 所示。

(3) 泄漏电流。绝缘介质中存在极少数的带电质子（主要为离子），在电场作用下发生定向移动，形成电流，这部分电流叫电导电流，又叫泄漏电流，它在加压以后很快就趋于恒定，如图 1-6 (b) 中曲线 i_3 所示。在等值电路中用一个纯电阻 R_3 表示，如图 1-6 (a) 所示。



(a) 绝缘介质的等值电路

(b) 直流电压下通过绝缘介质的电流

图 1-6 直流电压下绝缘介质中电流的构成

绝缘电阻 R_3 就是施加于试品上的直流电压 U 与流过试品的电流 i_3 之比, 即

$$R_3 = U / i_3$$

对于大容量试品 (如变压器、发电机、电缆等), 电流 i_3 随时间衰减较慢, 尤其是吸收电流 i_2 随时间衰减较慢。所以通常要求在加压 1min (或 10min) 后, 读取绝缘电阻表指示的值, 作为被试品的绝缘电阻值。另外对于大容量试品, 还要求测量吸收比和极化指数。

吸收比是指 60s 和 15s 时绝缘电阻的比值, 用 K 表示, 即

$$K = R_{60s} / R_{15s}$$

需要指出, 吸收比试验仅适用于电容量较大的设备 (如变压器、发电机、电缆等), 对其他电容量小的设备, 因吸收现象不明显, 故无实用价值。绝缘良好时吸收比应大于 1.3。绝缘受潮后吸收比值降低, 因此它是判断绝缘是否受潮的一个重要指标。有时绝缘具有较明显的缺陷 (如绝缘在高压下击穿), 吸收比值仍然较好, 所以, 吸收比不能用来发现发潮、脏污意外的其他局部绝缘缺陷。

对于吸收过程较长的大容量设备 (如变压器、发电机、电缆等), 有时用吸收比尚不足以反映绝缘介质的电流吸收全过程, 为更好地判断绝缘是否受潮, 可采用 10min 和 1min 时绝缘电阻的比值进行衡量, 称为绝缘的极化指数, 用 P 表示, 即

$$P = R_{10min} / R_{1min}$$

极化指数测量加压时间较长, 其值与温度无关。根据规程规定, 极化指数一般不小于 1.5。

1.3.3.2 直流泄漏试验

直流泄漏试验是指在一定的直流试验电压范围内, 对绝缘施加不同数值的直流电压, 并测量通过绝缘的相应泄漏电流, 由电流的大小及电流与电压的关系曲线, 就可以分析和判断绝缘的性能。

1. 直流泄漏试验的特点

测量泄漏电流与测量绝缘电阻能够检出缺陷的性质大致相同, 但直流泄漏试验具有以下特点:

(1) 直流泄漏试验中所用的电源一般均由高压整流设备供给, 试验数值比绝缘电阻表的高, 并可以随意调节, 使绝缘本身的弱点更容易显示出来。

(2) 直流泄漏试验是用微安表来指示泄漏电流值, 灵敏度高, 度数比绝缘电阻表精确。

(3) 根据泄漏电流测量值可以换算出绝缘电阻值, 但用绝缘电阻表测出的绝缘电阻值, 一般不能换算出泄漏电流值。这是因为根据绝缘电阻表的特性, 绝缘电阻表输出的端电压与被试品绝缘电阻值大小有关, 不一定就是绝缘电阻表铭牌标准电压。

(4) 直流泄漏试验可以绘制出泄漏电流与加压时间的关系曲线和泄漏电流与所加电压的关系曲线, 通过这些曲线可以判断绝缘状况, 如图 1-7 所示。

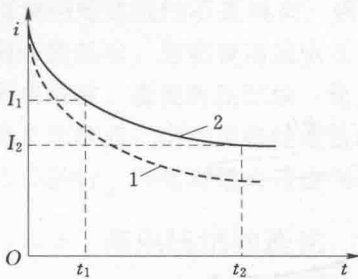
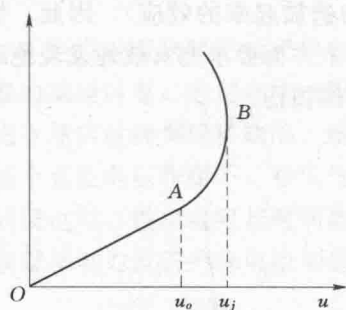


图 1-7 泄漏电流与加压时间的关系曲线
1—良好; 2—受潮或有缺陷

2. 测量直流泄漏的原理

当直流电压加于被试品时, 其充电电流随时间的增长而逐渐衰减至零, 而电导电流则保持不变。故微安表在加压一定时间后其指示数值趋于稳定, 此时读取的数值则等于或近似等于电导电流, 即泄漏电流。

对于良好的绝缘, 其电导电流与外加电压的关系曲线应为一直线。但是实际上的电导电流与外加电压的关系曲线仅在一定的电压范围内才是近似直线, 如图 1-8 中的 OA 段。若超过此范围后, 离子活动加剧, 此时电流的增加要比电压增长快得多, 如 AB 段, 到 B



点后, 如果电压继续再增加, 则电流将急剧增长, 产生更多的损耗, 以至绝缘被破坏, 发生击穿。

在预防性试验中, 测量直流泄漏电流时所加的电压大都在 A 点以下, 故对良好的绝缘, 其伏安特性 $i=f(u)$ 应近似于直线。当绝缘有缺陷 (局部或全部) 或受潮的现象存在时, 则电导电流急剧增长, 使其伏安特性曲线不为直线。因此可以通过直流泄漏试验来分析绝缘是否有缺陷或是否受潮。在揭示局部缺陷上, 泄漏电流测试更有其特殊意义。

图 1-8 绝缘的伏安特性

1.3.3.3 介质损耗因数测量试验

当研究绝缘物质在电场作用下所发生的物理现象时, 把绝缘物质称为电介质。介质在电压作用下有能量损耗, 简称介质损耗。

在交流电压的作用下, 流过介质的电流由无功电流 I_C 和有功电流 I_R 两部分组成, 两者之间的角度 δ 称为介质损耗角, 对其进行正切值换算所得的值就称为介质损耗因数, 在一定的电压下, $\tan\delta$ 的大小反映了介质损耗的大小。

1. 介质损耗因数测量的目的

测量介质损耗因数是一项灵敏度很高的试验项目, 它可以反映设备绝缘的整体受潮、劣化变质以及小体积被试设备贯通和未贯通的局部缺陷, 是反映设备绝缘介质电性能的一项重要指标。

2. 测量介质损耗因数的原理

由介质损耗的基本概念可知, 一个由两部分介质并联组成的绝缘, 其整体的损耗功率为两部分损耗功率之和, 即

$$\omega C U^2 \tan\delta = \omega C_1 U^2 \tan\delta_1 + \omega C_2 U^2 \tan\delta_2$$

所以

$$\tan\delta = (C_1 \tan\delta_1 + C_2 \tan\delta_2) / (C_1 + C_2)$$

$C_2 / (C_1 + C_2)$ 越小, 则 C_2 中的缺陷在测整体 $\tan\delta$ 时越难发现。故对于可以分解为各个绝缘部分的被试品, 常用分解进行 $\tan\delta$ 测量的方法。

1.3.3.4 工频交流耐压试验

工频交流耐压试验是对电气设备绝缘施加高出其额定工作电压一定值的工频试验电压 (波形应接近正弦), 并持续一定的时间 (一般为 1min), 观察绝缘是否发生击穿或其他异常情况。

1. 试验目的

由于分层介质在交、直流电压下的电压分布是不相同的，交流电压是按介质的电容成反比分布，直流电压是按介质的电阻成正比分布。因此，交流耐压试验符合设备绝缘实际运行情况，能更有效地发现绝缘缺陷。

2. 试验特点

交流耐压试验有一重要的缺点，即对于固体有机绝缘，在较高的交流电压作用时，会使绝缘中的一些缺陷更加明显（而在耐压试验中还未导致击穿），这样交流耐压试验本身会引起绝缘内部的累积效应（每次试验对绝缘所造成的损伤迭加起来的效应）。因此，恰当地确定试验电压值是一个重要问题。所施加的试验电压，一方面要求能有效地发现绝缘中的缺陷，另一方面又要避免试验电压过高而引起绝缘内部的损伤。

第2章 电气专项试验

2.1 绝缘电阻测试

绝缘电阻测量是属于非破坏性的绝缘性能试验范畴,是电气试验项目中最基本和最常规的试验内容,通过绝缘电阻的测量,能发现电气设备绝缘的局部或整体受潮、裂化和老化等整体性或贯通性缺陷。绝缘电阻测量的方法是在电气设备两端施加一个直流电压,在这个直流电压作用下,在电气设备中产生一个电流,通过电流与电压的关系计算出每个时间段电阻,得出电阻与时间的关系曲线,得到电气设备的吸收和极化过程,绝缘电阻测试仪就是电力设备绝缘电阻测量的专用仪表。

2.1.1 分类

1. 按电源形式分类

(1) 发电机型。该分类采用通过手摇发电机发电来获取绝缘电阻测量电源的方式。

(2) 整流电源型。该分类采用交流电源通过整流电路对电池供电后来获取绝缘电阻测量电源的方式。

2. 按信息加工形式分类

(1) 模拟——指针式指示仪表。获取与试品绝缘电阻有函数关系的模拟量,直接或经过电路放大后,送入机械指针式测量机构。指示仪表的指针偏转角与该模拟量成正比,度盘则可按绝缘电阻值刻度。

(2) 模数转换——数码显示。获取的模拟量转换为数码,经数据处理,以数字形式显示绝缘电阻值。

2.1.2 工作原理

1. 模拟式绝缘电阻测试仪(兆欧表)的工作原理

最常见的模拟式绝缘电阻测试仪(兆欧表)是由电压较高的手摇发电机、磁电系流比计及适当的测量电路组成的。因为测量大电阻需要较高的电压,所以兆欧表中的电源用手摇发电机,其电压一般为500V或1000V,最高可达2500V。由于发电机是手摇的,电压不稳定,所以测量机构采用流比计结构,以避免电压不稳定的影响,如图2-1所示。

2. 数字式绝缘电阻测试仪工作原理

数字式绝缘电阻测试仪和磁电系微安表作指示并配以整流电源而构成的绝缘电阻测试仪均采用电流电压法测量原理。电流电压法的原理接线(图2-2)是在一个直流测试电源上串接被试品和标准采样电阻,通过L和E端子组成单支路闭合回路,用以测量试品在试验电压 E_s 下呈现的电流,从而计算出试品的绝缘电阻值。