



中华人民共和国国家标准

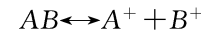
GB/T 21216—2007/IEC 61620:1998

GB/T 21216—2007/IEC 61620:1998

GB/T 21216—2007/IEC 61620:1998

C.4 电导率和分解物的某些性质间的关系

根据良好的绝缘液体中分解产生单一电解液的简化理论,电解液中未分解的分子 AB(浓度为 ν)和离子 A^+ 、 B^+ 满足平衡关系:



在热力学平衡条件下,分解产生的离子数等于复合的离子数。如果 K_D 是分解常数, K_R 是复合常数, n_+ 和 n_- 是离子密度,则平衡关系为:

$$K_D \nu = K_R n_+ n_-$$

因此:

$$n_+ = n_- = \sqrt{\frac{K_D \nu}{K_R}}$$

体积电荷密度 $q_{\pm} = n_{\pm} e$, 电导率为:

$$\sigma = (k_+ + k_-) e \sqrt{\frac{K_D \nu}{K_R}}$$

C.5 电场和电压作用对液体电导的影响

由于大量的电导都是由分解/复合过程引起的,当外加的电压足够小或者其周期(同极性)远小于离子从电极一端迁移到另一端的时间时,这种热力学平衡状态并不会受到明显的影响。

复合常数 K_R 不受外加电场的影响,而分解常数 K_D 随着外加电场的增加而增加。根据昂萨格理论,电场增强引起的分解现象在 $E > 1 \text{ kV/cm}$ 时,并不明显,但是当 $E > 5 \text{ kV/cm}$ 时,电导会明显增加(当 $E > 10 \text{ kV/cm}$, $\epsilon_r = 2.2$ 时,电导可能增加 50%)。

当离子到达电极时,理想的中和现象在实际条件下并不明显,主要因为:

一方面,离子有可能被阻挡,而且它们的放电并不是瞬时的,因此累积后会形成单极性的电荷层,当电场反相时,该电荷层会释放。

另一方面,无论是对阳极还是阴极而言,或者二者皆有,在电极附近由于各种不同的注入机理会产生同极性的离子(不管是极性液体或非极性液体)。

这种离子注入取决于液体的性质、纯净度和电极的金属材料。在电场高于 1 kV/cm 时,这种现象才比较明显。

电荷注入、电荷损耗和单极性电荷层的运动会导致液体的电流体力学(electrohydrodynamic)(EHD)现象,从而有利于电荷传输,进一步增加了视在电导率,特别是对粘性液体。

EHD 运动对电导的贡献通常在电压达到几百伏时就可以忽略不计。

C.6 温度对液体电导的影响

温度的升高会导致电导率的增加,主要是由液体的性能(电容率、黏度)和分解物(分解常数)决定的。

温度升高时,液体黏度就会下降,根据瓦尔登定则,离子迁移率会随着增加。

分解常数随着温度增加而增加的关系对于不同的物质并不相同,但基本上成幂指数级增长。

绝缘液体 测量电导和电容确定介质损耗因数的试验方法

Insulating liquids—Determination of the dielectric dissipation factor by measurement of the conductance and capacitance—Test method

(IEC 61620:1998, IDT)



GB/T 21216—2007

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-30927

定价: 16.00 元

2007-12-03 发布

2008-05-20 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \delta$$

其中:

δ 表示损耗角,即电流 I^* 和电容电流 I_C 间的夹角(见图 4)。

而且:

$$\tan\delta = \frac{1}{RC\omega} \quad \tan\delta = \frac{G}{C\omega}$$

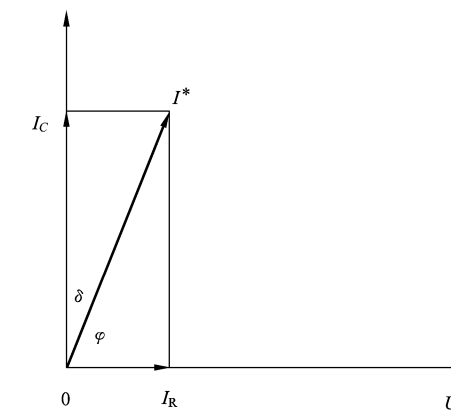


图 4 具有角 δ 和 φ 的电压和电流的矢量表示

对于绝对电容率 $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ (ϵ_r 表示相对电容率)和电导率为 σ 的液体,如果在所考虑的频率范围内没有偶极损耗,则可等效为一阻容并联网络:

$$R = \frac{L}{\sigma A} \quad C = \frac{\epsilon A}{L}$$

所以:

$$\tan\delta = \frac{\sigma}{\epsilon\omega} = \frac{1}{\epsilon\rho\omega}$$

这就表明可以通过测量 σ 来获得 $\tan\delta$ 。

C.3 电荷携带者的性质和迁移率

在严格过滤过的液体中,电荷携带者主要是离子或者是由少量可电离物质的自发分解或自然辐射作用而产生的高阶离子群。本标准中不考虑电子和空穴电导作用。

离子容易吸附中性分子(附和现象),尤其是小尺寸离子。所以,对一给定的液体,无论离子的性质和极性如何,离子迁移率差异都不大。如果一个带电荷 e 的离子可以看做是一个半径为 a 的球形,液体动态粘性系数为 η ,并且把库仑力等效为粘滞力,则离子迁移率 k 可以表示为:

$$k = \frac{e}{6\pi\eta a}$$

这个公式基本上给出了 k 的正确的数量级,例如:

$$k = 10^{-9} \left(\frac{\text{m}^2}{\text{V} \cdot \text{s}} \right)$$

其中: $\eta = 10^{-2} \text{Pa} \cdot \text{s}$ (室温下变压器油的典型值), $a = 0.8 \text{nm}$ 。

关系式 $\eta k = \text{常数}$,被称为瓦尔登定则,受到广泛的推广,当温度变化时,我们可以将离子迁移速度等效为:

$$v = kE$$

而且离子在均匀电场中穿过距离 L 的传输时间 t 为:

$$t = \frac{L}{kE} = \frac{L^2}{kU}$$

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
绝缘液体 测量电导和电容确定介质损耗
因数的试验方法

GB/T 21216—2007/IEC 61620:1998

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 25 千字

2008年4月第一版 2008年4月第一次印刷

*

书号:155066·1-30927 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

附录 C (资料性附录)

影响液体电导性能的主要因素

C.1 体积电导率

电导率 σ 是一个标量,和电场强度 E 及电导电流密度 j 有关,且满足下述关系:

$$j = \sigma E$$

这是一个局部区域内成立的关系式,被称为欧姆定律。它适用于材料的任一局部区域。

电导率 σ 决定于材料本身的性质和它所包含的其他杂质,也和加在材料上的电场作用有关。

对于均质材料,特别是低场强作用下的液体, σ 是一个常数,所以体积电导率是液体的特征参数。

低场强作用下的绝缘液体的电导主要是由于一些可电离物质而产生的离子的分解和复合过程而引起的。在热力学平衡条件下(没有或是只有很小的外加电场作用),体积电导率(单位为 S/m):

$$\sigma = \sum_i k_i q_i$$

式中:

k_i ——表示正负电荷携带者(离子)的迁移率,单位为 $\text{m}^2/\text{V} \cdot \text{s}$;

q_i ——表示体积电荷密度,单位为 C/m^3 。

例如:对于单一电离物质:

$$\sigma = k_+ q_+ + k_- q_-$$

σ 是液体电离程度的一个特征参数。

为了获得 σ ,需要在严格规定的条件下,利用一方便的试验池在电压 U 的作用下来测量电流 I_R 。实际上,试验池的设计必须保证电场均匀或者准均匀。

如果电极间距是 L ,电极表面积是 A ,则下述关系式成立:

$$E = \frac{U}{L}$$

$$\sigma = \frac{j}{E} = \frac{I_R L}{U A}$$

$$j = \frac{I_R}{A}$$

其中: $\frac{U}{I_R}$ 表示充满液体的试验池的电阻,单位为欧姆;

$G = \frac{1}{R}$ 表示电导;

体积电阻率是体积电导率的倒数: $\rho = \frac{1}{\sigma}$ 。

C.2 介质损耗因数($\tan\delta$)

当正弦电压施加于材料上时, $\tan\delta$ 表示复电容率的虚部与实部之比。

对一无损耗电容,则电容电流 I_C 的相位超前电压 U 相角 $\pi/2$,且其幅值为:

$$I_C = C\omega U$$

其中: $\omega = 2\pi f$, f 是电源频率。

对一阻容并联模型,其中还有一部分同步分量 $I_R = \frac{U}{R}$,所以总电流 I^* 超前电压 U 一个相角 φ

前 言

本标准等同采用 IEC 61620:1998《绝缘液体 测量电导和电容确定介质损耗因数的试验方法》(英文版)。

为便于使用,本标准与 IEC 61620:1998 相比,做了下列编辑性修改:

- 删除了国际标准的“前言”;
- 用小数点符号‘.’代替小数点符号‘,’;
- 用“V/mm”代替“ Vmm^{-1} ”、“S/m”代替“ Sm^{-1} ”、“kV/cm”代替“ kVcm^{-1} ”;
- 删除“规范性引用文件”中的引用标准“IEC 60475 液体电介质取样方法”,因为其已包含在 GB/T 5654—2007 中。

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录,附录 C 为资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国绝缘材料标准化技术委员会(SAC/TC 51)归口。

本标准起草单位:桂林电器科学研究所、西安交通大学。

本标准主要起草人:王先锋、曹晓珑。

本标准为首次制定。