



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 22319.6—2023/IEC 60444-6:2021

## 石英晶体元件参数的测量 第6部分：激励电平相关性(DLD)的测量

Measurement of quartz crystal unit parameters—  
Part 6: Measurement of drive level dependence (DLD)

(IEC 60444-6:2021, IDT)

2023-09-07 发布

2024-01-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 DLD 效应 .....	1
4.1 频率和电阻的可逆变化 .....	1
4.2 频率和电阻的不可逆变化 .....	1
4.3 DLD 效应的原因 .....	2
5 DLD 测量的激励电平 .....	2
6 试验方法 .....	3
6.1 方法 A(快速标准测量方法) .....	3
6.2 方法 B(多电平基准测量方法) .....	4
附录 A(规范性) 石英晶体元件的激励电平和机械位移之间的关系 .....	6
附录 B(规范性) 方法 C:使用振荡器法测量 DLD .....	8
参考文献 .....	12
图 1 电阻 $R_{12}$ 或 $R_{13}$ 随激励电平相关性变化的最大允许电阻比 .....	3
图 B.1 振荡器中的晶体元件的接入 .....	8
图 B.2 晶体元件损耗电阻随耗散功率的变化关系 .....	8
图 B.3 石英晶体元件 $R_1$ 的特性 .....	9
图 B.4 电路系统方框图 .....	10
图 B.5 在扫描激励电平范围内建立的 $-R_{osc}$ .....	10
图 B.6 在本附录试验中将 $-R_{osc} = 70 \Omega$ 作为试验限值时石英晶体元件的激励电平特性 .....	10
图 B.7 方法 C 测量电路原理图 .....	11

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 22319《石英晶体元件参数的测量》的第 6 部分。GB/T 22319 已发布了以下部分：

——第 6 部分：激励电平相关性(DLD)的测量；

——第 7 部分：石英晶体元件活性跳变的测量；

——第 8 部分：表面贴装石英晶体元件用测量夹具；

——第 9 部分：石英晶体元件寄生谐振的测量；

——第 11 部分：采用自动网络分析技术和误差校正确定负载谐振频率和有效负载电容的标准方法。

本文件等同采用 IEC 60444-6:2021《石英晶体元件参数的测量 第 6 部分：激励电平相关性(DLD)的测量》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国频率控制和选择用压电器件标准化技术委员会(SAC/TC 182)归口。

本文件起草单位：郑州原创电子科技有限公司、北京晨晶电子有限公司、武汉海创电子股份有限公司。

本文件主要起草人：王国军、宫桂英、毛晶。

## 引 言

激励电平用晶体元件两端的功率或电压,或者流过晶体元件的电流表征,它是通过压电效应驱动谐振子产生机械振荡。在这个过程中,加速度功转换为动能和弹性能,功耗转换为热。后者的转换是由于石英谐振子的内部和外部摩擦所造成的。

摩擦损耗与振动质点的速度有关,当振荡不再是线性的,或当石英谐振子内部或其表面及连接点的速度、拉伸或应变、位移或加速度达到临界时,摩擦损耗将增加(见附录 A)。因而引起电阻和频率的变化,并且由于这些参数与温度有关,从而引起电阻和频率的进一步变化。

高激励电平(如 AT 切晶体在 1 mW 或 1 mA 以上)时,可以在所有晶体元件上观察到这些变化。并且它们还会导致频率和电阻的不可逆变化。激励电平继续增加可能会损坏谐振子。

除了上述效应外,某些晶体元件在低激励电平(如 AT 切晶体在 1  $\mu$ W 或 50  $\mu$ A 以下)时也可观察到频率和电阻的变化。这种情况下,若环路增益不足,起振很困难。在晶体滤波器中,传输衰耗和抖动将会发生变化。

此外,规定的振动模式与其他模式(如谐振子本身、装架和填充气体)之间的耦合也与激励电平有关。

由于这些模式的温度响应不同,在窄温范围内,耦合会造成规定模式的频率和电阻变化。这种变化随激励电平的增加而增加。但本文件未更多地考虑此效应。

GB/T 22319《石英晶体元件参数的测量》旨在确立石英晶体元件参数的标准测量方法,拟由以下部分构成。

- 第 1 部分:用  $\pi$  型网络零相位法测量石英晶体元件谐振频率和谐振电阻的基本方法。目的在于规定测量石英晶体元件谐振频率和谐振电阻的基本方法及适用的测量网络。
- 第 2 部分:测量石英晶体元件动态电容的相位偏置法。目的在于规定测量石英晶体元件动态电容的方法。
- 第 4 部分:频率达 30 MHz 石英晶体元件负载谐振频率和负载谐振电阻  $R_L$  的测量方法及其他导出参数的计算。目的在于规定用加载物理负载电容测量石英晶体元件负载谐振频率等参数的方法。
- 第 5 部分:采用自动网络分析技术和误差校正确定等效电参数的方法。目的在于规定采用网络分析技术并用线性等效电路确定石英晶体元件参数的测量方法。
- 第 6 部分:激励电平相关性(DLD)的测量。目的在于规定用  $\pi$  型网络或振荡器法测量石英晶体元件 DLD 的方法。
- 第 7 部分:石英晶体元件活性跳变的测量。目的在于规定在温度范围内石英晶体元件活性跳变的测量方法。
- 第 8 部分:表面贴装石英晶体元件用测量夹具。目的在于规定精确测量无引线表面贴装石英晶体元件谐振频率、电阻和等效电路参数用的测量夹具。
- 第 9 部分:石英晶体元件寄生谐振的测量。目的在于规定用自动网络分析技术和用电阻法测量石英晶体元件寄生(无用)谐振的方法。
- 第 11 部分:采用自动网络分析技术和误差校正确定负载谐振频率和有效负载电容的标准方法。目的在于规定不加载物理负载电容测量石英晶体元件负载谐振频率及标称频率时有效负载电容的方法。

# 石英晶体元件参数的测量

## 第 6 部分：激励电平相关性(DLD)的测量

### 1 范围

本文件适用于石英晶体元件激励电平相关性(DLD)的测量。本文件规定两种试验方法(A 和 C)和一种基准测量方法(方法 B)。方法 A 以 IEC 60444-5 的  $\pi$  型网络为基础,适用于本文件所覆盖的整个频率范围。基准测量方法 B 依据 IEC 60444-5 或 IEC 60444-8 的  $\pi$  型网络或反射法为基础,适用于本文件所覆盖的整个频率范围。方法 C 是振荡器法,适用于固定条件下大批量基频石英晶体元件的测量。

注:本文件规定的测量方法不仅适用于 AT 切型,也适用于其他晶体切型和振动模式,如双转角切型和振动模式(IT,SC)和音叉晶体元件(通过使用高阻抗测试夹具)。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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。

IEC 60444-5 石英晶体元件参数的测量 第 5 部分:采用自动网络分析技术和误差校正确定等效电参数的方法(Measurement of quartz crystal unit parameters—Part 5:Methods for the determination of equivalent electrical parameters using automatic network analyzer techniques and error correction)

IEC 60444-8 石英晶体元件参数的测量 第 8 部分:表面贴装石英晶体元件用测量夹具(Measurement of quartz crystal unit parameters—Part 8: Test fixture for surface mounted quartz crystal units)

注:GB/T 22319.8—2008 石英晶体元件参数的测量 第 8 部分:表面贴装石英晶体元件用测量夹具(IEC 60444-8:2003,IDT)

### 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

ISO 和 IEC 维护的标准化工作使用的术语数据库见下列网址:

IEC:<https://www.electropedia.org/>

ISO:<http://www.iso.org/obp>

### 4 DLD 效应

#### 4.1 频率和电阻的可逆变化

可逆变化是分别在低电平和高电平下进行重复测量后,或从最低电平到最高电平及反向连续或准连续测量后,在同一激励电平下出现的频率和电阻的变化,只要这些变化保持在测量准确度的范围内。

#### 4.2 频率和电阻的不可逆变化

不可逆变化是在高电平中间测量后,在低电平下会出现频率和(或)电阻的显著变化。例如,低电平