



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 22319.11—2018/IEC 60444-11:2010

---

## 石英晶体元件参数的测量 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

Measurement of quartz crystal unit parameters—  
Part 11: Standard method for the determination of the load resonance  
frequency  $f_L$  and the effective load capacitance  $C_{Leff}$   
using automatic network analyzer techniques and error correction

(IEC 60444-11:2010, IDT)

2018-03-15 发布

2018-10-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

GB/T 22319《石英晶体元件参数的测量》分为以下部分：

- 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；
- 第 2 部分：测量石英晶体元件动态电容的相位偏置法；
- 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；
- 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；
- 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。

本部分为 GB/T 22319 的第 11 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60444-11:2010《石英晶体元件参数的测量 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  $f_L$  和有效负载电容  $C_{Leff}$  的标准方法》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 12273.1—2017 有质量评定的石英晶体元件 第 1 部分：总规范(IEC 60122-1:2002, MOD)
- SJ/T 11210—1999 石英晶体元件参数的测量 第 4 部分：频率达 30 MHz 石英晶体元件负载谐振频率  $f_L$  和负载谐振电阻  $R_L$  的测量方法及其他导出参数的计算(IEC 60444-4:1988, IDT)

本部分作了下列编辑性修改：

- 3.1 中“负载谐振频率  $f_L$  是二个频率中较低的频率”改为“实用中，负载谐振频率  $f_L$  是二个频率中较低的频率”；
- 4.2b) 的式(5)分母中“ $Z_3(V_2 - V_2)$ ”改为“ $Z_3(V_1 - V_2)$ ”；
- 图 2 中的图例，虚线表示“ $X_C(\Omega)$ ”改为“ $V_C$ ”，实线表示“ $V_C$ ”改为“ $X_C(\Omega)$ ”。

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这些专利的责任。

本部分由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本部分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。

本部分起草单位：中国电子元件行业协会压电晶体分会、南京中电熊猫晶体科技有限公司、郑州原创电子科技有限公司。

本部分主要起草人：章怡、高志祥、邹飞。

# 石英晶体元件参数的测量

## 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

### 1 范围

GB/T 22319 的本部分规定了石英晶体元件的优值  $M$  大于 4 时,标称负载电容  $C_L$  对应的石英晶体元件负载谐振频率  $f_L$  以及标称频率时有效负载电容  $C_{Leff}$  的测量方法。

按照 IEC 60122-1:2002 中表 1 中的定义, $M$  用式(1)表征:

$$M = \frac{Q}{\gamma} = \frac{1}{\omega C_0 R_1} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $M$  —— 石英晶体元件的优值;
- $Q$  —— 品质因数;
- $\gamma$  —— 电容比;
- $\omega$  —— 角频率,单位为弧度每秒(rad/s);
- $C_0$  —— 等效电路中的并电容,单位为法拉(F);
- $R_1$  —— 等效电路中的动态电阻,单位为欧姆( $\Omega$ )。

频率达 200 MHz 及以下时,本部分能得出良好的结果,并可由此计算得出负载谐振频率偏置  $\Delta f_L$ ,频率牵引范围  $\Delta f_{L_1, L_2}$  及按照 IEC 60122-1:2002 中 2.2.31 的定义计算牵引灵敏度  $S$ 。与 IEC 60444-4 的简易测量相反,本测量技术避免了使用物理负载电容,因此有更高的测量准确度,更好的重现性及相关应用。本部分还突破了 IEC 60444-4 的频率上限 30 MHz,测量上限达 200 MHz。本部分基于 SJ/T 11211—1999 的误差校正测量技术,因此在确定  $f_L$  和  $C_{Leff}$  的同时无需改变测试夹具,一次得到石英晶体元件的多个等效电参数。

本部分中,当石英晶体的电抗  $X_C$  与负载电容的电抗  $X_{CL}$  数值相等且符号相反时,就得到了频率  $f_L$  [见式(2)]:

$$X_C = -X_{CL} = \frac{1}{\omega_L C_L} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- $X_C$  —— 石英晶体的电抗,单位为欧姆( $\Omega$ );
- $X_{CL}$  —— 负载电容的电抗,单位为欧姆( $\Omega$ );
- $\omega_L$  —— 有负载电容时的角频率,单位为弧度每秒(rad/s);
- $C_L$  —— 负载电容,单位为法拉(F)。

此外本部分还可测量标称频率  $f_{nom}$  时的有效负载电容  $C_{Leff}$ 。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

SJ/T 11211—1999 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