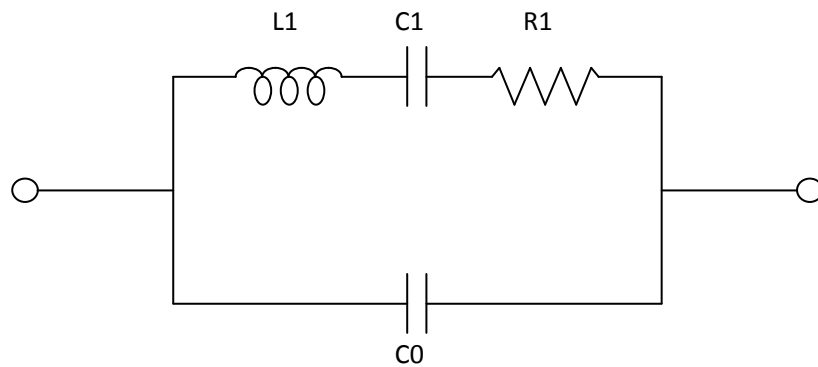


单片机用晶体选择注意事项

单片机系统里一般都会用到晶体谐振器，俗称（晶体）。晶体在单片机系统里的作用非常大，他结合单片机内部的电路，产生单片机所需要的时钟频率，单片机的一切指令的执行都是建立在这个基础上的，晶体提供的时钟频率越高，那单片机的运行速度也就越快。

好多工程师在选用频率元件时，感觉晶体很好选，但对晶体参数这块没有具体的了解，所以使用后总会出现这样或那样的问题。其中非常典型的有晶体不工作；晶体工作不稳定；时振时不振；频率偏差较大等。给广大硬件工程师带来了不少的麻烦。那么如何选择合适的晶体才能不会出现上述问题呢？

一：晶体的等效电路图和各种参数



图

图例符号标注：

C0: 分流电容 L1: 动态电感

C1: 动态电容 R1: 串联电阻

- 1、标称频率：晶体元件技术规范中规定的频率，通常标识在产品外壳上，它与晶体元件的实际工作频率有一定的差值。
- 2、工作频率：晶体元件与其电路一起产生的振荡频率。
- 3、调整频差：在规定条件下，基准温度（ $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ）时工作频率相对于标称频率所允许的最大偏差。
- 4、温度频差：在规定条件下，在工作温度范围内相对于基准温度（ $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ）时工作频率的允许最大偏差。
- 5、总频差：在规定条件下，在工作温度范围内相对于标称频率所允许的最大偏差。
- 6、等效电阻（ R_1 ）：又称谐振电阻。在规定条件下，石英晶体谐振器不串联负载电容在谐振频率时的电阻。
- 7、负载谐振电阻（ R_L ）：在规定条件下，石英晶体谐振器和负载电容串联后在谐振频率时的电阻。
- 8、静电容（ C_0 ）：等效电路中与串联臂并接的电容，也叫并电容。
- 9、负载电容（ C_L ）：从石英晶体谐振器插脚两端向振荡电路方向看进去的全部有效电容为该振荡器加给石英晶体谐振器的负载电容。（关键参数，注意选择）
- 10、频率牵引灵敏度（ T_s ）：为相对频率牵引范围对负载电容的变化率，即负载电容变化 1pF 时频率的相对变化值，它反映改变负载电容时引起频率变化的灵敏度，也称频率可调性。
- 11、激励电平（DL）：为石英晶体谐振器工作时消耗的有效功率。
(关键参数，注意选择)

12、基频：在振动模式最低阶次的振动频率。

13、泛音：晶体振动的机械谐波。泛音频率与基频频率之比接近整数倍，但不是整数倍，这是它与电气谐波的主要区别。泛音振动有 3 次泛音，5 次泛音，7 次泛音，9 次泛音等。

二：晶体和单片机连接典型电路一般是以下原理

(一般是 3MHz - 40MHz 基频晶体)

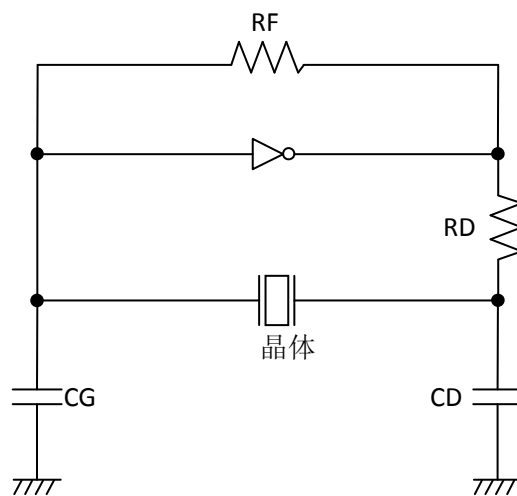


图 2

注意：晶体在电路里面工作的是否正常取决于以下几个重要的参数：

1. 激励功率

激励功率就是振荡晶体单元所需电功率，其计算公式如下：

$$\text{激励功率 (DL)} = i^2 \cdot R_e$$

参数含义：i：表示经过晶体单元的电流，

RL：表示晶体单元的有效电阻，

$$\text{而且 } RL = R_1 (1 + C_0 / C_L)^2。$$

激励电平过高会引起非线性效应，导致可能出现寄生振荡、严重热频漂、过

应力频漂及电阻突变。当激励电平过低的时候则会造成起振阻力不易克服、工作不良及指标不稳定。常用标准有 50uW、100uW、300uW、500uW、1000uW。

2: 负载电容选的是否正确，负载电容 (CL)

振荡电路中加给晶体的负载电容和晶体本身的负载电容不一致的话，就会导致振荡频率与设计频率之间产生偏差，所以负载电容的确认是非常关键的。如下图所示。电路中的负载电容的近似表达式 $CL = C_0 \times C_D / (C_0 + C_D) + C_s$

其中 C_s 表示电路的杂散电容。由于杂散电容不好计算，所以如果对频率准确度要求不太严的情况下只是预估一下杂散电容，一般是 1~5 PF. 如果要把杂散电容计算准确，要根据电路做相应的匹配试验。

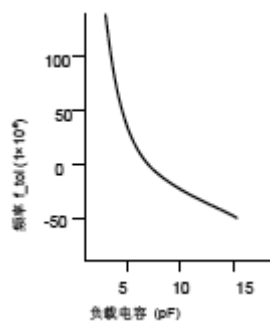


图 3

● 频率和负载电容特征图

3: 电路里面的负电阻

负电阻是用于衡量振荡器电路好坏的指标，如果负电阻不正常，就意味着晶体振荡器的电路可能由于老化，温度和电压变化等原因而不能工作，所以在设计电路时一定要留足够的负阻。(见图 4)

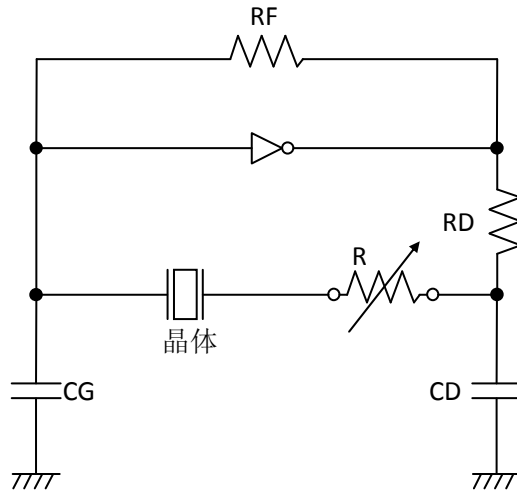


图 4

负电阻的测量方法

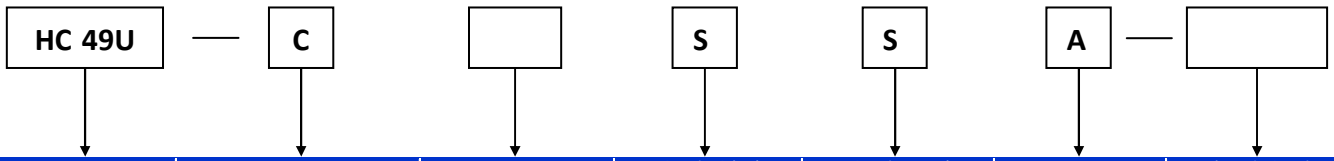
- (1) 将电阻 (R) 接入晶体电路;
- (2) 调节 R 的大小, 让晶体开始或停止振荡;
- (3) 测量晶体开始或者停止振荡时 R 的大小;
- (4) 利用公式: $|-R| = R + R_1$ 计算负电阻;
- (5) $|R|$ 至少为晶体阻抗 R_1 的 5 到 10 倍是理想状态。

R_1 : 晶体阻抗的规格。

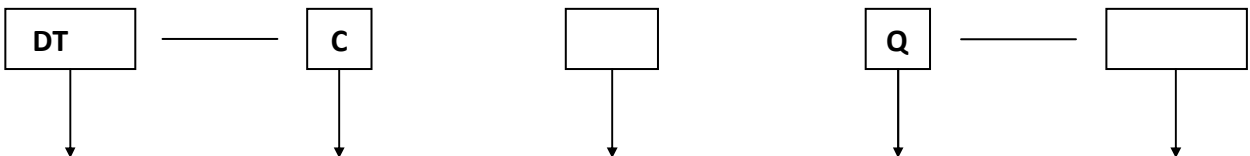
经过测量计算如果负电阻不在理想的范围内, 可以通过调整电路负载电容或检查分布电容是否合理等把负阻控制在合适的范围内。

以上三个关键的参数基本决定单片机电路的工作稳定性, 如果有工程师碰到类似问题欢迎和我们联系, 大家可以多多交流。以下是北京晶宇兴科技有限公司的晶体晶振介绍:

北京晶宇兴科技有限公司晶体选型指南

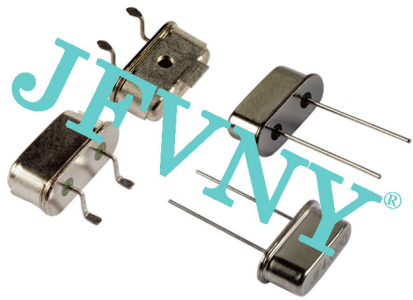
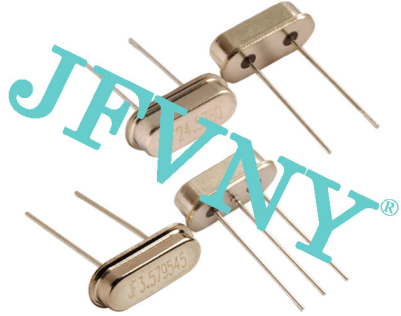



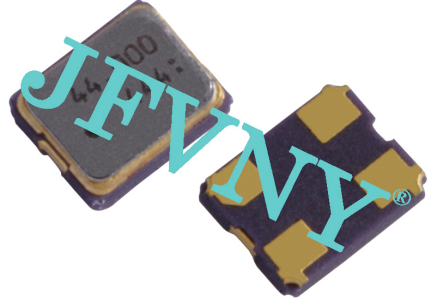
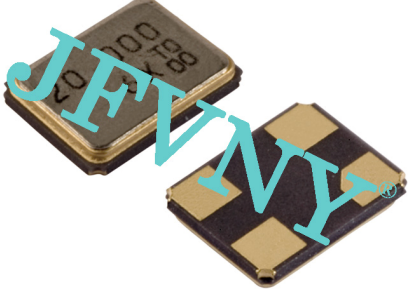


封装	工作温度范围	负载电容	频率精度 (°C)	频率温度 稳定度	振动模式	标称频率 (MHz)
HC 49U	A 0°C~+50°C	串联	M=±3×10	M=±3×10	A=AT 基频	请直接写出 标称频率的 值
HC 49UX	B= 10°C~+60°C	06=6.0pF	N=±5×10	N=±5×10	B=BT 基频	
HC 33U	C= 20°C~+70°C	08=8.0pF	O=±10×10	O=±10×10	D=DT 切	
HC 49S	G= 40°C~+85°C	10=10pF	P=±15×10	P=±15×10	N=NT 切	
HC 49SU	Q= 40°C~+125°C	12=12pF	Q=±20×10	Q=±20×10	X=X 切	
HC 49SN	J= 55°C~+125°C	16=16pF	S=±30×10	S=±30×10	TA=AT RD	
HC 49SA		20=20pF	T=±50×10	T=±50×10	FA=AT TH	
HC 49SB		30=30pF		U=±100×10	SA=AT TH	
HC 49XA		50=50pF				
HC 49XB		以上是常规 负载电容值。 注意：根据实 际应用电路， 算出负载电 容的值。（如 何计算，见说 明）		温度稳定度 的选择要根 据对应说明 页带“●”为 可以做到了。		
X25F						
X32F						
X53F						
X63F						
X75F						
X53T						
X63T						
UM						
UM						
AT						
AT						
AT						



封装	工作温度范围	负载电容	频率精度 (°C)	标称频率 (KHz)
DT	A=0°C~+50°C	06=6.0pF	N=±5×10	请直接写出 标称频率的 值
DT	B= 10°C~+60°C	08=8.0pF	O=±10×10	
DT	C= 20°C~+70°C	10=10.0pF	P=±15×10	
SSP T7	G= 40°C~+85°C	12=12.5pF	Q=±20×10	
MC306		注意：根据实际应 用电路，算出负载电 容的值。（如何计算， 见说明）	S=±30×10	
			T=±50×10	
			U=±100×10	

北京晶宇兴科技有限公司晶体选型指南

型号	参考图片	型号	参考图片
HC-49H		HC-49S	
HC-49X		SSP-T7	
MC306		X25F	
X32F		X53F	