



复旦微电子

# **FM33G0XX**

## **低功耗系列 MCU**

### **应用笔记**

## **32k 晶体负阻测试说明**

---

**AN0010**

**V1.0**



本资料是为了让用户根据用途选择合适的上海复旦微电子集团股份有限公司（以下简称复旦微电子）的产品而提供的参考资料，不转让属于复旦微电子或者第三者所有的知识产权以及其他权利的许可。在使用本资料所记载的信息最终做出有关信息和产品是否适用的判断前，请您务必将所有信息作为一个整体系统来进行评价。

采购方对于选择与使用本文描述的复旦微电子的产品和服务全权负责，复旦微电子不承担采购方选择与使用本文描述的产品和服务的责任。除非以书面形式明确地认可，复旦微电子的产品不推荐、不授权、不担保用于包括军事、航空、航天、救生及生命维持系统在内的，由于失效或故障可能导致人身伤亡、严重的财产或环境损失的产品或系统中。未经复旦微电子的许可，不得翻印或者复制全部或部分本资料的内容。

今后日常的产品更新会在适当的时候发布，恕不另行通知。在购买本资料所记载的产品时，请预先向复旦微电子在当地的销售办事处确认最新信息，并请您通过各种方式关注复旦微电子公布的信息，包括复旦微电子的网站(<http://www.fmsh.com/>)。

如果您需要了解有关本资料所记载的信息或产品的详情，请与上海复旦微电子集团股份有限公司在当地的销售办事处联系。

## 商 标

上海复旦微电子集团股份有限公司的公司名称、徽标以及“复旦”徽标均为上海复旦微电子集团股份有限公司及其分公司在中国的商标或注册商标。

上海复旦微电子集团股份有限公司在中国发布，版权所有。

## 联系方式:

### 电表产品应用:

邢杰: [xingjie@fmsh.com.cn](mailto:xingjie@fmsh.com.cn) TEL: 13916427310

陈钊: [chenzhao@fmsh.com.cn](mailto:chenzhao@fmsh.com.cn) TEL: 18616125501

### 水气热表及智能家居:

朱发旺: [zhufawang@fmsh.com.cn](mailto:zhufawang@fmsh.com.cn) TEL: 17749796664

姜涛: [jiangtao@fmsh.com.cn](mailto:jiangtao@fmsh.com.cn) TEL: 18701992908

### 超高频 900M 及物联网相关:

王晓腾: [wangxiaoteng@fmsh.com.cn](mailto:wangxiaoteng@fmsh.com.cn) TEL: 13585663727

王天纵: [wangtianzong@fmsh.com.cn](mailto:wangtianzong@fmsh.com.cn) TEL: 18221803903

## 资料下载及交流:

开发者论坛: <http://www.fmdevelopers.com.cn>

上海复旦微电子集团股份有限公司在中国发布，版权所有。



## 目 录

1	说明 .....	1
2	原理 .....	1
2.1	背景 .....	1
2.2	原理 .....	1
2.2.1	激励等级 .....	1
2.2.2	振荡频率和负载容量 (CL) .....	2
3	测试方法 .....	4
4	FM33G0XX 晶体负阻测试情况 .....	5
5	焊接方法 .....	6
	版本信息 .....	7
	上海复旦微电子集团股份有限公司销售及 服务网点 .....	9



## 图目录

图 2-1 石英晶振的等效电路.....	1
图 2-2 振荡电路事例.....	2
图 2-3 晶振与振荡电路之间的关系.....	2
图 2-4 负载电容与匹配电容.....	3
图 2-5 频率负载容量特性.....	3
图 3-1 振荡宽限测试方法.....	4
图 4-1 参考原理图.....	5
图 5-1 SMD 产品的焊接条件例（260℃peak：无铅产） .....	6

## 1 说明

本文档为 FM33G0XX 系列低功耗 MCU 的应用笔记，用于说明 32768Hz 晶体负阻测试的说明。FM33G0XX 系列是复旦微电子公司开发的低功耗 MCU 芯片，请联系复旦微电子公司提供更多相关文档支持设计开发。

## 2 原理

### 2.1 背景

FM33G0XX 系列芯片在不同的应用场景，可能会使用到低频 32768Hz 晶体，为了使设计开发者能直观地了解到，32k 晶体与芯片是否匹配，本文给出一种晶体负阻的测试方法，以及测试的负阻大小直接反馈晶体与芯片是否匹配。

### 2.2 原理

#### 2.2.1 激励等级

石英晶振的激励等级可以按照晶振的各种工作状态下的消耗电力，或按照电流的等级来进行表示(针对 VT-200 参阅图 2-1,2-2 和图 2-3)。如果利用过大的电力来使晶振工作，有可能产生频率不稳定等特性的恶化，以及导致石英芯片破损的危险。在使用之前，建议进行电路设计时，确认一下所使用的激励等级不超过绝对最大激励等级。

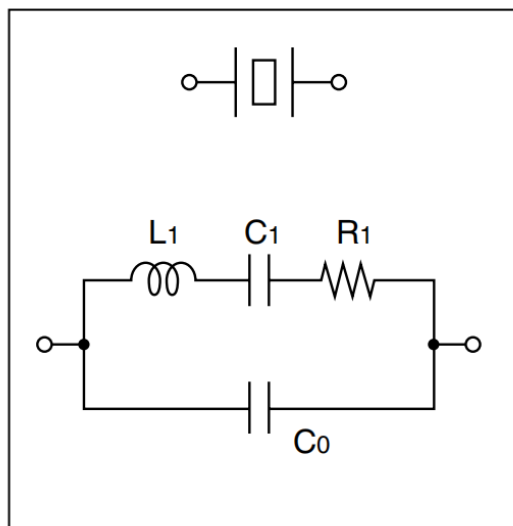


图 2-1 石英晶振的等效电路

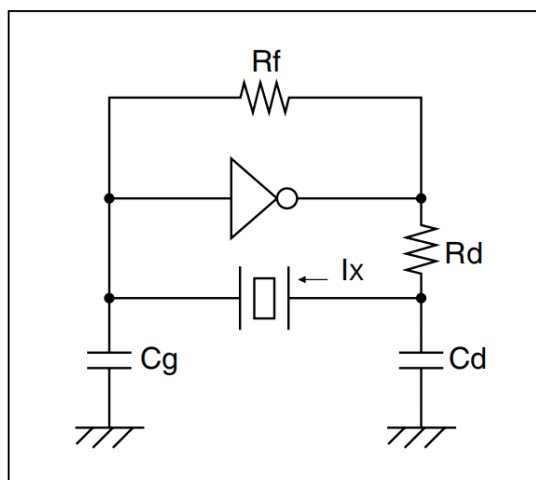


图 2-2 振荡电路事例

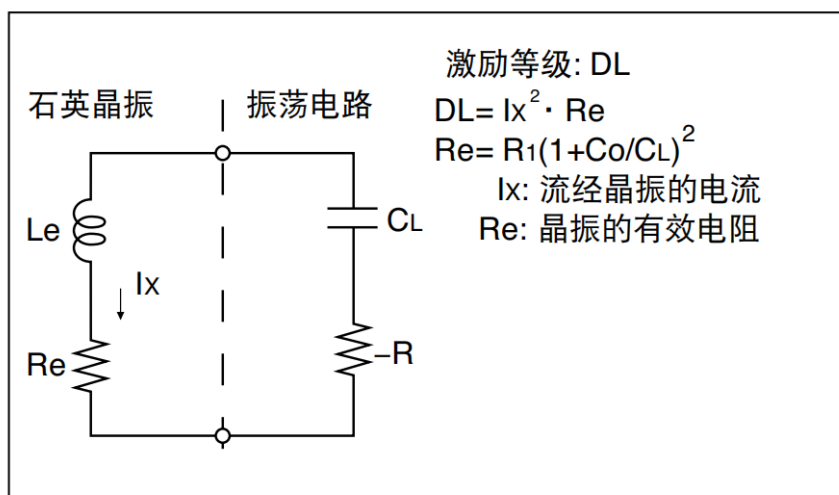


图 2-3 晶振与振荡电路之间的关系

具体关于 VT-200 参数见附录

## 2.2.2 振荡频率和负载容量 (CL)

负载容量(CL)是用来决定在振荡电路中晶振频率的参数,从加在振荡电路中晶振两端的电容可知负载容量(参阅图 2-4 和 2-5)。因振荡电路的负载容量的不同,晶振的频率会相应地产生变动。为了获得目标的频率精度,必须使晶振与负载容量相匹配(设计时也要考虑寄生电容)。

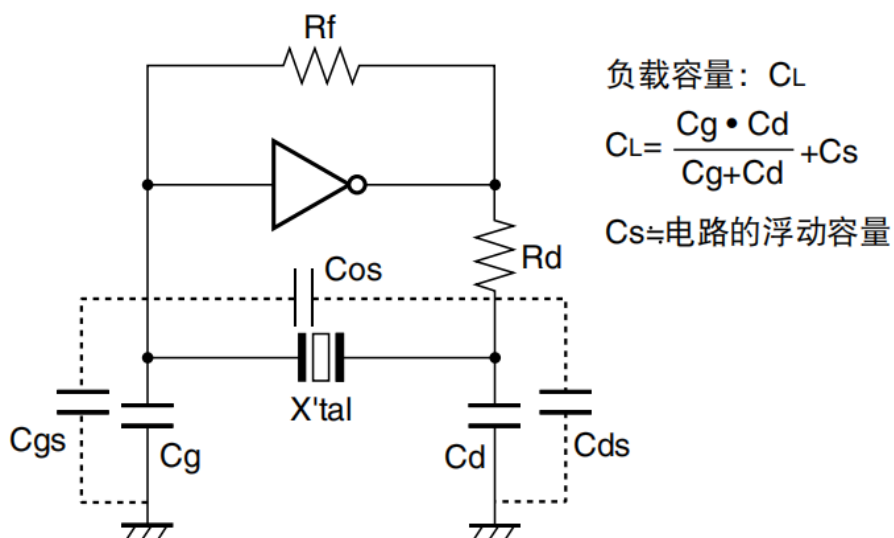


图 2-4 负载电容与匹配电容

## 频率负载容量特性

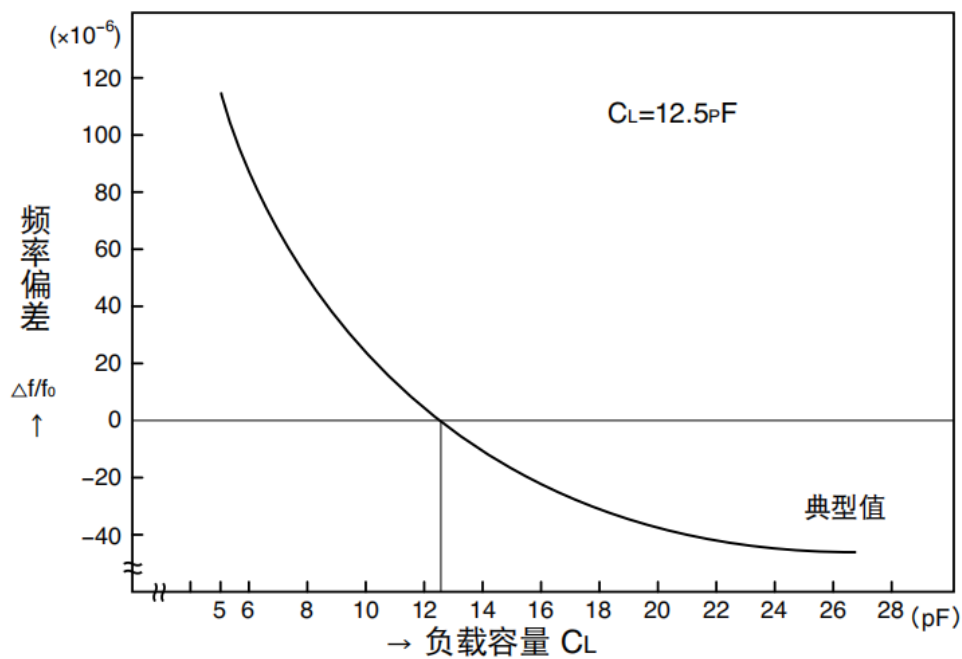


图 2-5 频率负载容量特性

### 3 测试方法

#### 振荡宽限

为了使石英晶振在振荡电路中可以稳定地发生振荡，电路的负性电阻与晶振的等效串联电阻相比，必须具有充分大的容量(振荡宽限要大)。建议将振荡宽限设置为晶振的等效串联电阻的 5 倍以上。

#### 振荡宽限评价方法的示例

晶振串联连接上纯电阻  $R_x$ （参考图 3-1），确认振荡的开始或结束。缓慢地使  $R_x$  值逐渐变大,开始或结束振荡时的最大电阻  $R_x$  加上晶振的有效电阻  $R_e$ , 就是该电路的大概负性电阻的数值。

负性电阻  $|-R| = R_x + R_e$

$|-R|$  为晶振的等效串联电阻的最大值( $R_{1max.}$ )的 5 倍以上。

\* $R_e$  为振荡时的有效电阻值。  $R_e = R_1(1 + \frac{C_0}{C_L})^2$

**注意：**确认晶体与芯片是否匹配，不仅晶体的负载电容要和晶体匹配，还要保证实测的负阻大于等于 5 倍晶体等效串联电阻  $R_1$ ，同时要小于 1.66M。负阻也不能无限大，负阻越大说明需要驱动电流越大，电流大了就有可能导致晶体容易振荡到 6 倍频谐振点上，也有可能产生频率不稳定等特性的恶化，以及导致石英芯片破损的危险。

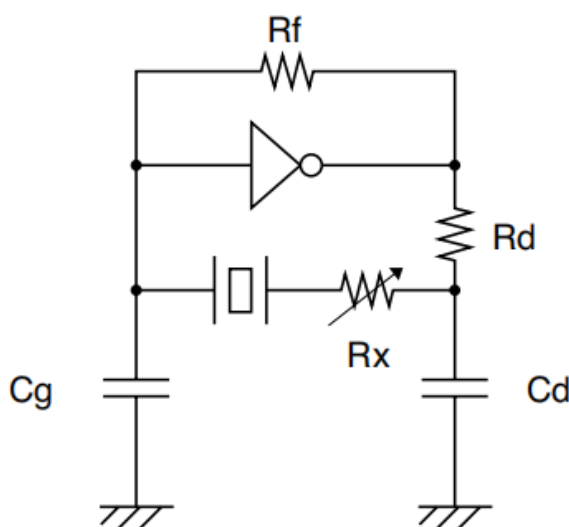


图 3-1 振荡宽限测试方法



## 4 FM33G0XX 晶体负阻测试情况

参考原理图如图 4-1

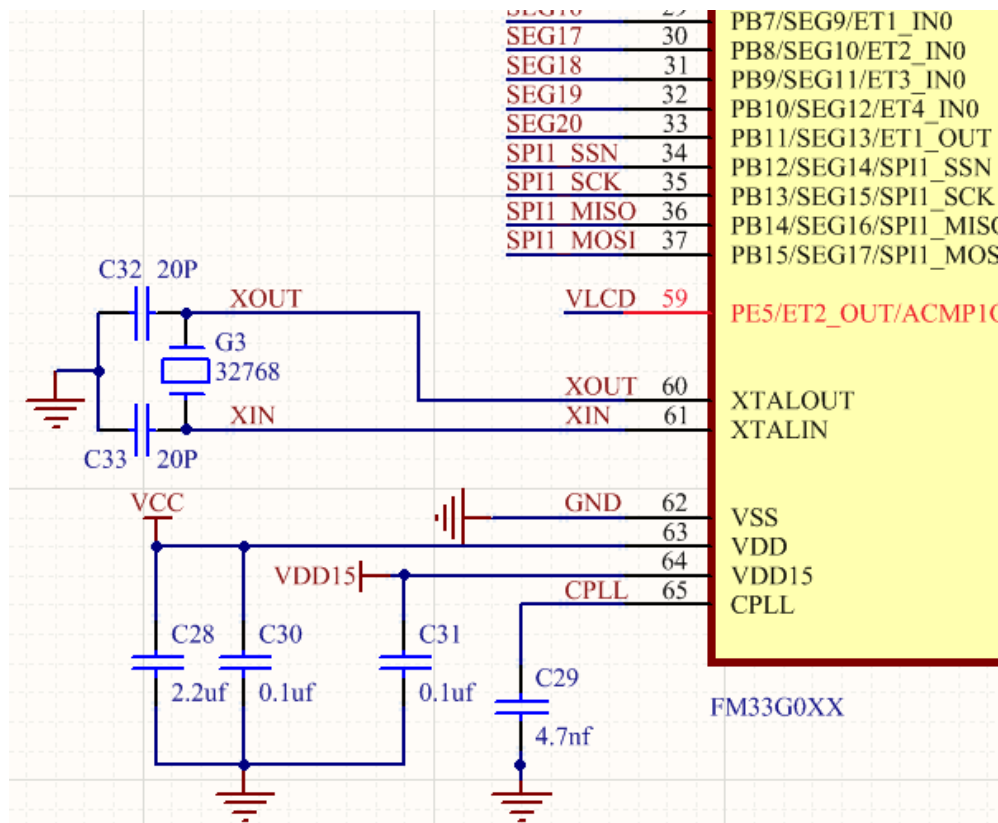


图 4-1 参考原理图

测试方法:

晶体电路在芯片XOUT脚和晶体中串电阻 $R_x$ ，芯片软件配置晶体振荡电流驱动强度，比如设置250nA，同时在芯片的FOUT脚配置输出RTC的1Hz信号，使用频率计或计数器监控1Hz信号，正常情况下 $R_x=0\Omega$ 时，1Hz信号输出正常为1.0000015Hz；逐渐增大 $R_x$ 电阻，同时监控1Hz信号，增大到300k时，1Hz信号输出异常，跳变很大，说明32k振荡不稳定，此时300k可以就认为是250nA档位的晶体负阻。其他档位测试方法相同。

注:负阻测试:  $\geq 5 \times R_1$  ( $R_1$ 约50k)，建议使用驱动电流强度250nA及以上

## 5 焊接方法

### (1) Cylinder

焊接位置仅限为从导脚密封玻璃部远离1.0mm以上的部分，请勿焊接外壳。此外，高温、长时间的加热有可能会造成特性恶化及晶振破损，因此对导脚部位的加热请控制在300℃以下，5秒钟以内（外壳部位为150℃以下）。

### (2) Ceramic package, Plastic mold

回流焊的温度条件如下所示（参阅图5-1）。

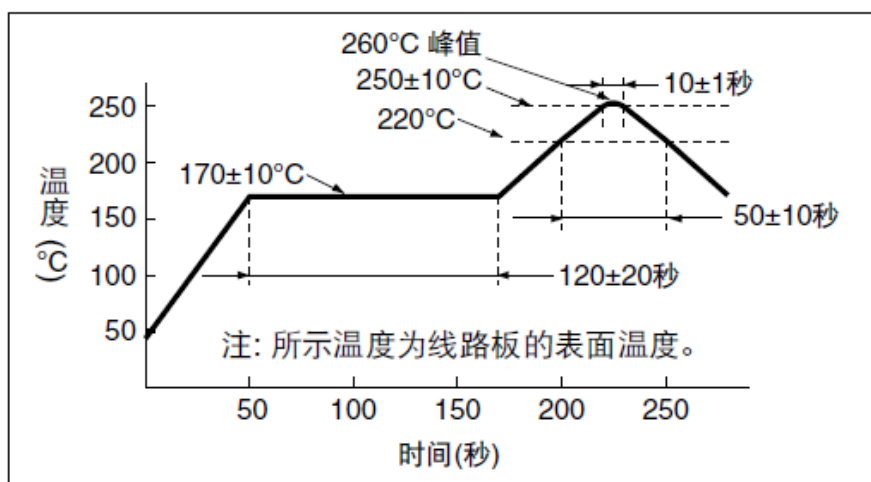


图 5-1 SMD 产品的焊接条件例（260℃peak：无铅产）



## 版本信息

版本号	发布日期	更改说明
1.0	2018.9	首次发布



## 附录

	Item	Symbol	Specifications	Conditions
1	Nominal frequency	f_nom	32.768 kHz	
2	Frequency tolerance	f_tol	$\pm 20 \times 10^{-6}$	
3	Load capacitance	C <sub>L</sub>	12.5 pF	
4	Motional resistance	R <sub>1</sub>	50 kΩ max.	Measured with ATI 4192A Impedance analyzer. OSC LEVEL = 0.1V
5	Q-value	Q	$40 \times 10^3$ min.	calculated with the following equation : $Q=(2\pi \cdot Fr \cdot L_1)/R_1$
6	Motional capacitance	C <sub>1</sub>	2.0 fF typ.	
7	Shunt capacitance	C <sub>0</sub>	0.9 pF typ.	Measured with ATI 4192A Impedance analyzer. OSC LEVEL = 0.1V
8	Turnover temperature	Ti	25.2 ± 2°C	Measure this coefficient at 5 points of -40°C、-20°C、25°C、60°C、85°C using C-MOS ciecuit
9	Parabolic coefficient	B	$(-0.0336 \pm 0.0012) \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}^2$	
10	Frequency ageing	f_age	$\pm 3 \times 10^{-6} / \text{year}$	25±3°C、 First year
11	Insulation resistance	IR	500 MΩ min.	Measured with ATI 4329A Insulation Resistance Meter. Apply DC100V.



## 上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服 务 网 点

### 上海复旦微电子集团股份有限公司

地址：上海市国泰路 127 号 4 号楼

邮编：200433

电话：(86-021) 6565 5050

传真：(86-021) 6565 9115

### 上海复旦微电子（香港）股份有限公司

地址：香港九龙尖沙咀东嘉连威老道 98 号东海商业中心 5 楼 506 室

电话：(852) 2116 3288 2116 3338

传真：(852) 2116 0882

### 北京办事处

地址：北京市东城区东直门北小街青龙胡同 1 号歌华大厦 B 座 423 室

邮编：100007

电话：(86-10) 8418 6608

传真：(86-10) 8418 6211

### 深圳办事处

地址：深圳市华强北路 4002 号圣廷苑酒店世纪楼 1301 室

邮编：518028

电话：(86-0755) 8335 0911 8335 1011 8335 2011 8335 0611

传真：(86-0755) 8335 9011

### 台湾办事处

地址：台北市 114 内湖区内湖路一段 252 号 12 楼 1225 室

电话：(886-2) 7721 1889

传真：(886-2) 7722 3888

### 新加坡办事处

地址：237, Alexandra Road, #07-01, The Alexcier, Singapore 159929

电话：(65) 6472 3688

传真：(65) 6472 3669

### 北美办事处

地址：2490 W. Ray Road Suite#2 Chandler, AZ 85224 USA

电话：(480) 857-6500 ext 18

公司网址：<http://www.fmsh.com/>