

## 使用指南

---

### N32G401系列LSE晶体选型指南

---

#### 简介

本文档为 N32G401 系列 MCU 的 LSE 晶体选型指南，提供客户选型参考。

# 目录

1. LSE 晶体选型说明 .....	1
1.1 外接晶体电路.....	1
1.2 LSE 匹配电容计算.....	1
1.3 LSE 晶体测试.....	1
1.3.1 LSE 配置参数 .....	1
1.3.2 晶体频率测试 .....	2
1.3.3 晶体兼容列表 .....	3
2. 历史版本.....	6
3. 声 明.....	7

## 1. LSE 晶体选型说明

### 1.1 外接晶体电路

图 1-1 为 LSE 外接晶体的典型设计，其中  $R_F$  反馈电阻在芯片内部已有设计，用户不需要在片外加此电阻。

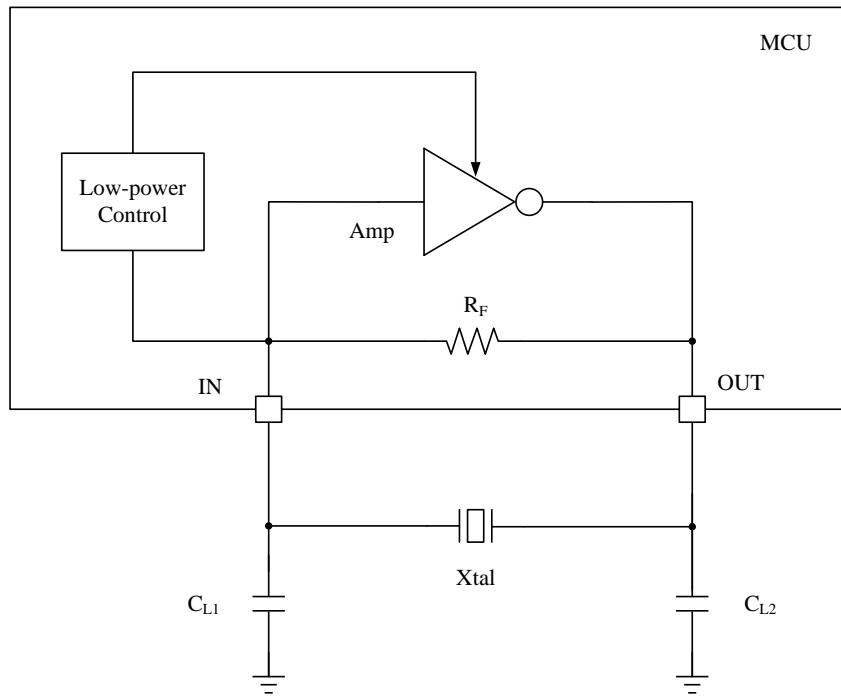


图 1-1 使用 32.768KHz 晶体的典型应用

### 1.2 LSE 匹配电容计算

低速外部时钟(LSE)可以使用一个 32.768kHz 的晶体/陶瓷谐振器构成的振荡器产生。在应用中，晶体和负载电容必须尽可能地靠近芯片的引脚，以减小输出失真和启动时的稳定时间。有关晶体的详细参数(频率、封装、精度等)，请咨询相应的生产厂商。

对于  $C_{L1}$  和  $C_{L2}$ ，建议使用瓷介电容器，并挑选符合要求的晶体。通常  $C_{L1}$  和  $C_{L2}$  具有相同参数。

$C_{L1}$  和  $C_{L2}$  由下式计算： $C_L = C_{L1} \times C_{L2} / (C_{L1} + C_{L2}) + C_{stray}$ ，其中  $C_{stray}$  是引脚的电容和 PCB 板或 PCB 相关的电容。

例如：如果选择了一个负载电容  $C_L=7pF$  的晶体，并且  $C_{stray}=2pF$ ，则  $C_{L1}=C_{L2}=10pF$ 。

### 1.3 LSE 晶体测试

#### 1.3.1 LSE 配置参数

在使用LSE外部晶体时，调用void RCC\_LSE\_Config (uint32\_t RCC\_LSE, uint16\_t LSE\_Trim)函数，通过输入参数uint16\_t LSE\_Trim实现对LSE配置参数，具体见下面代码示例：

```
/**\n * \name      RCC_LSE_Config.\n * \fun       Configures the External Low Speed oscillator (LSE).\n * \param     RCC_LSE(the new state of the LSE):\n *           - RCC_LSE_DISABLE      LSE oscillator OFF\n *           - RCC_LSE_ENABLE       LSE oscillator ON\n *           - RCC_LSE_BYPASS      LSE oscillator bypassed with external clock\n * \param     LSE_Trim(LSE Driver Trim Level):\n *           - 0x00~0x1FF\n * \return    none\n */\nvoid RCC_LSE_Config(uint32_t RCC_LSE,uint16_t LSE_Trim)\n{\n    /* Enable PWR Clock */\n    RCC_APB1_Peripheral_Clock_Enable(RCC_APB1_PERIPH_PWR);\n    /* PWR DBKP set 1 */\n    PWR->CTRL |= PWR_CTRL_DBKP;\n\n    /* Reset LSEEN LSEBP bits before configuring the LSE */\n    *(_IO uint32_t*)RCC_BDCTRL_ADDR &= ~(RCC_LSE_ENABLE | RCC_LSE_BYPASS);\n    /* Configure LSE (RCC_LSE_DISABLE is already covered by the code section above) */\n    switch (RCC_LSE)\n    {\n        case RCC_LSE_ENABLE:\n            /* Set LSEON bit */\n            *(_IO uint32_t*)RCC_BDCTRL_ADDR |= RCC_LSE_ENABLE;\n            RCC_LSE_Trim_Config(LSE_Trim);\n            break;\n        case RCC_LSE_BYPASS:\n            /* Set LSEBYP and LSEON bits */\n            *(_IO uint32_t*)RCC_BDCTRL_ADDR |= (RCC_LSE_BYPASS | RCC_LSE_ENABLE);\n            break;\n        default:\n            break;\n    }\n}
```

不同的配置值对最终晶体的特性影响较大，推荐的 LSE 配置参数值为 0x1D7。

### 1.3.2 晶体频率测试

#### 1.3.2.1 常温频率测试

参考图 1-1 的外围硬件设计，选取一款晶体并外接电容后测试晶体频率，晶体信号可通过 MCO 输出到频率计或其它频率测试仪器。

- 测试实例：

选取的晶体负载电容  $C_L = 9\text{pF}$ ，频率公差为  $\pm 20\text{ppm}$ 。 $C_{\text{stray}}$  按  $4\text{pF}$  计算，则  $C_{L1}=C_{L2}=10\text{pF}$ 。  
( $C_{\text{stray}}$  的取值和不同的测试板硬件相关，用户可以根据测试的频率值微调  $C_{L1}$  和  $C_{L2}$ )

参考图 1-2 为 LSE 配置参数值为 0x1D7 条件下，常温  $25^\circ\text{C}$  晶体输出频率值。

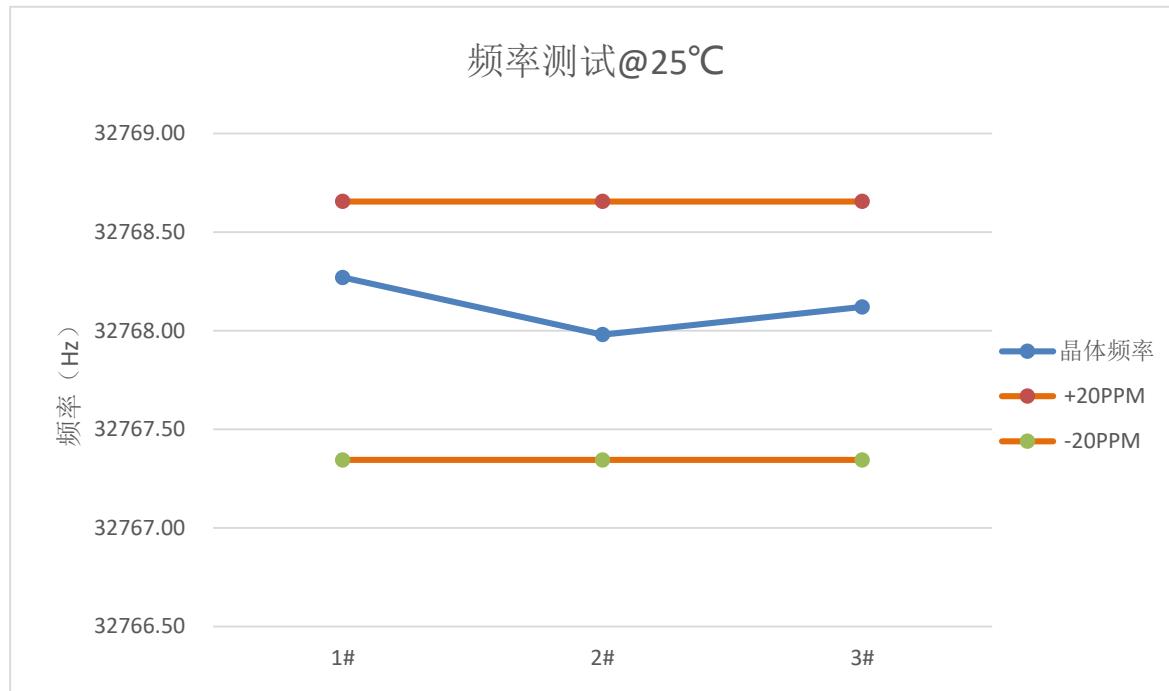


图 1-2 25°C,  $C_{L1}=C_{L2}=10\text{pF}$ , LSE 配置参数=0x1D7, 晶体输出频率

从图 1-2 可以看出, 常温条件下, 3 块测试板的输出频率都在±20ppm 以内。

### 1.3.2.2 高低温频率测试

参考图 1-3, 为 LSE 配置参数值为 0x1D7 条件下, 高低温 (-40~85°C) 晶体输出频率值。

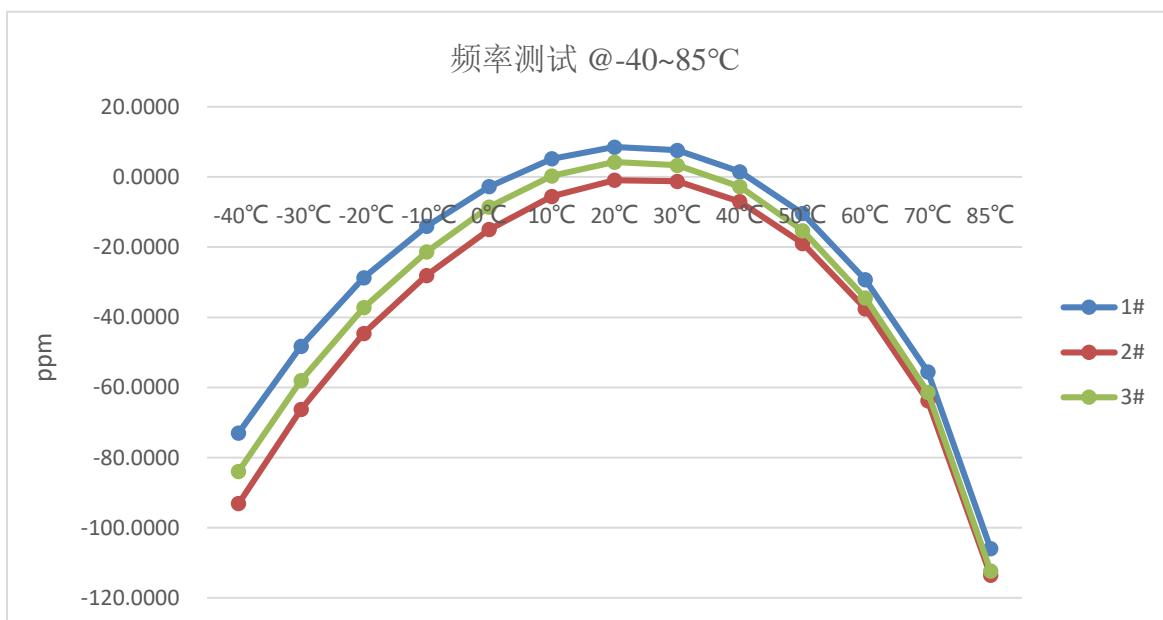


图 1-3 -40~85°C,  $C_{L1}=C_{L2}=10\text{pF}$ , LSE 配置参数=0x1D7, 晶体输出频率

### 1.3.3 晶体兼容列表

N32G401 芯片在选择外接 32.768KHz 晶体时, 需要注意所选晶体在全温度范围都可正常工作。LSE 配置参数不同, 可适配的晶体型号也不同。

参考表 1-1 为晶体全温度测试兼容列表, LSE 配置参数为 0x1D7。

表 1-1 LSE 晶体兼容列表

No.	晶型型号	封装	厂商	负载电容 (pF)	CO (pF)	ESR(max) (kΩ)	温度范 围 (°C)
1	TFX-04-32.768K(7PF)	1610	RIVER(大河)	7	1.3	90	-40~85
2	TFX-04-32.768K			12.5	1.3	90	
3	1TJH090DR1A0086		KDS	9	1.3	90	
4	DST1610A 32.768KHz			12.5	1.3	90	
5	X1A0001210005		EPSON	12.5	1.2	90	
6	SC-16S 32.768kHz 20PPM 12.5pF		SEIKO	12.5	1.2	90	
7	ABS06-32.768KHZ-T	2012	ABRACON	12.5		90	-40~85
8	SC-20S,32.768kHz,20PPM,7pF		SEIKO	7	1.3	90	
9	FC-12M 32.768000 kHz 7.0+20.0- 20.0/X1A0000610006		EPSON	7	1.3	90	
10	TJXM32768K2TGDCNT2T		TAE(雅晶鑫)	12.5		70	
11	1TJG125DR1A0019		KDS	12.5	1.3	80	
12	FC-135R 32.768KHz 9PF 20PPM/ X1A0001410002	3215	EPSON	9	1.1	50	-40~85
13	FC-135 32.768KHz 9PF 20PPM/ Q13FC13500003			9	1	70	
14	FC-135 32.768KHz 7PF 20PPM/ Q13FC13500002			7	1	70	
15	FC-135 32.768kHz 6PF 20PPM/ Q13FC1350004900			6	1	70	
16	FC-135 32.768KHz 12.5PF 20PPM/ Q13FC13500004			12.5	1.2	70	
17	FC-135 32.768KHz 9PF 20PPM			9	1	70	
18	SC-32S 32.768kHz 7pF 20ppm			7	1	70	
19	SC-32S 32.768kHz 12.5pF 20ppm	SEIKO	SEIKO	12.5	1	70	-40~85
20	SC-32S 32.768kHz 9pF 20ppm			9	1	70	
21	SC-32S 32.768kHz 6pF 20ppm			6	1	70	
22	1TJF125DP1A000A			KDS	12.5	1.3	80
23	NX3215SA-32.768kHz-EXS00A- MU00202	SJK(晶科鑫)	NDK	7	1	70	-40~85
24	7LC32768F12UC		SJK(晶科鑫)	12.5	1.2	70	
25	7LC32768F07UC			7	1.2	70	
26	SF32WK32768D71T005	TKD(泰晶)	TKD(泰晶)	7	1.1	70	-40~85
27	SF32WK32768D61T002			6	1.1	70	
28	FC31M2-32.768-NTLLLDT		HCl(杭晶)	12.5	1.5	70	
29	FC31M2-32.768-N09LLDT			9	1.5	70	
30	X321532768KGD2SI	YXC (扬兴科技)	YXC (扬兴科技)	12.5	1.2	70	-40~85
31	ETST00327000JE		HOSONIC(台湾鸿星)	12.5	2	70	
32	TCXM32768K2NGDCZT2T			TAE(雅晶鑫)	12.5	2	80

33	XDMCZLNDDF-0.032768MHZ		TAITIEN(泰艺电子)	12.5			
34	KFC3276812520		KYX(凯越翔电子)	12.5	1.2	70	
35	F3K232768PWQAC		JYJE(晶友嘉)	12.5		70	
36	26S-32.768-12.5-10-10/B	DT26	LIMING(利明)	12.5		90	
37	MC-146 32.768KHz 9PF 20PPM/ Q13MC14610004	MC-146	EPSON	9	0.8	65	
38	MC-146 32.768KHz 12.5PF 20PPM/ Q13MC14620002			12.5	0.8	65	
39	SSP-T7-F 32.768kHz 20PPM 12.5pF		SEIKO	12.5	0.8	65	
40	SSP-T7-F 32.768kHz 20PPM 7pF			7	0.8	65	
41	FR07S4-32.768-N07LLDT		HCl(杭晶)	7	0.8	65	
42	FR07S4-32.768-NTLLLDT			12.5	0.8	65	
43	TSXM32768K4KGDCZT3T		TAE(雅晶鑫)	12.5	0.8	65	
44	7MC32768F12UC		SJK(晶科鑫)	12.5	1.2	70	
45	6LC32768F12UC	MC-306	SJK(晶科鑫)	12.5	1.2	50	-20~70
46	6LC32768F06UC			6	1.2	50	
47	MC-306 32.768kHz 6PF 20PPM/ Q13MC3062000600		EPSON	6	0.9	50	
48	X803832768KID4GI		YXC (扬兴科技)	6		70	
49	FR08S4-32.768-N06LLDT		HCl(杭晶)	6	0.9	50	
50	CD01K032768FEPBAEAE	DT26	TKD(泰晶)	8	1.4	40	-10~60
51	CD01K032768ACNBAEAE			12.5	1.4	40	
52	Y26003271C2040DYJY		JGHC(晶光华)	12.5		40	
53	X206032768KGB2SC		YXC (扬兴科技)	12.5		40	
54	WTL2T45292LZ		WTL(维拓)	12.5	1.5	40	
55	146-32.768-12.5-20-20/A	MC-146	LIMING(利明)	12.5			
56	7L032768NW2		HD(海德频率)	12.5	0.8	65	
57	X308032768KGB2SC	DT38	YXC (扬兴科技)	12.5		40	
58	CD02K032768AEPBAEAE		TKD(泰晶)	12.5	1.8	30	
59	38-32.768-12.5-10/A		LIMING(利明)	12.5			
60	S3132768092070	3215	JGHC(晶光华)	9	1	65	
61	SMD31327681252090			12.5	1	65	
62	S3132768072070			7	1	65	
63	DT-26-32.768K 6pF 20PPM	DT26	KDS	6	1.1	40	
64	DT-26 32.768KHz			12.5	1.1	40	
65	DT-38 32.768KHz	DT38	KDS	12.5	1.3	30	
66	Y308327681252075		JGHC(晶光华)	12.5	1.1	40	

注：

- 以上晶体兼容性测试的芯片供电电压  $V_{DD}=3.3V$ 。
- 推荐客户采用以上兼容列表的晶体，客户需要通过生产批量测试确认晶体是否可用。
- 如果使用的晶体型号不在兼容列表里面，请联系国民技术。

## 2. 历史版本

版本	日期	备注
V1.0.0	2023-05-16	创建文档

### 3. 声 明

国民技术股份有限公司（下称“国民技术”）对此文档拥有专属产权。依据中华人民共和国的法律、条约以及世界其他法域相适用的管辖，此文档及其中描述的国民技术产品（下称“产品”）为公司所有。

国民技术在此并未授予专利权、著作权、商标权或其他任何知识产权许可。所提到或引用的第三方名称或品牌（如有）仅用作区别之目的。

国民技术保留随时变更、订正、增强、修改和改良此文档的权利，恕不另行通知。请使用人在下单购买前联系国民技术获取此文档的最新版本。

国民技术竭力提供准确可信的资讯，但即便如此，并不推定国民技术对此文档准确性和可靠性承担责任。

使用此文档信息以及生成产品时，使用者应当进行合理的设计、编程并测试其功能性和安全性，国民技术不对任何因使用此文档或本产品而产生的任何直接、间接、意外、特殊、惩罚性或衍生性损害结果承担责任。

国民技术对于产品在系统或设备中的应用效果没有任何故意或保证，如有任何应用在其发生操作不当或故障情况下，有可能致使人员伤亡、人身伤害或严重财产损失，则此类应用被视为“不安全使用”。

不安全使用包括但不限于：外科手术设备、原子能控制仪器、飞机或宇宙飞船仪器、所有类型的安全装置以及其他旨在支持或维持生命的应用。

所有不安全使用的风险应由使用人承担，同时使用人应使国民技术免于因为这类不安全使用而导致被诉、支付费用、发生损害或承担责任时的赔偿。

对于此文档和产品的任何明示、默示之保证，包括但不限于适销性、特定用途适用性和不侵权的保证责任，国民技术可在法律允许范围内进行免责。

未经明确许可，任何人不得以任何理由对此文档的全部或部分进行使用、复制、修改、抄录和传播。