
N32G43X & N32L40X & N32L43X系列MCU LSE晶体选型指南

简介

本文档为 N32G43X/N32L40X/N32L43X 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 晶体参数配置	1
1.3.2	晶体频率测试	2
1.3.3	功耗测试	4
1.3.4	晶体兼容列表	5
2.	历史版本.....	7
3.	声 明.....	8

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。

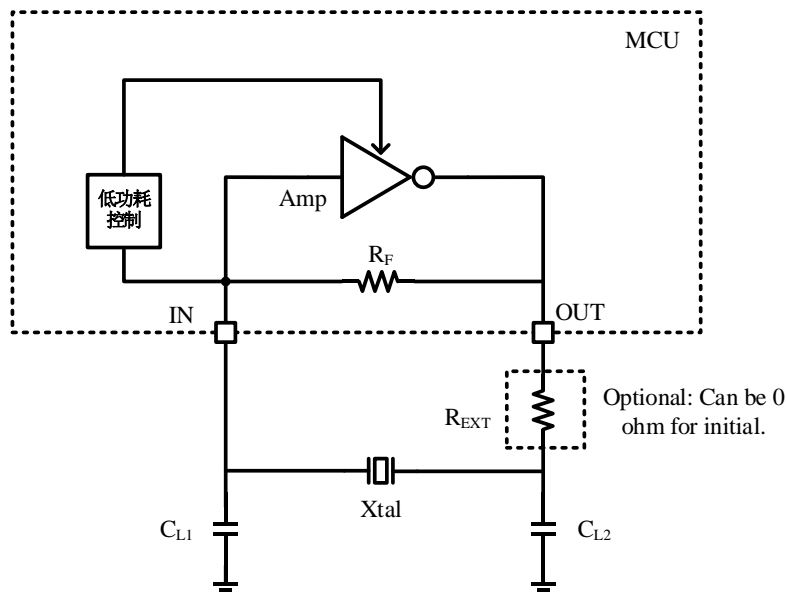


图 1-1 使用 32.768KHz 晶体的典型应用

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振荡器的引脚，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。

负载电容 CL 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 $C_{stray}=1pF$ ，则 $C_{L1}=C_{L2}=12pF$ 。

1.3 LSE 晶体测试

1.3.1 LSE 晶体参数配置

在使用LSE外部晶体时，调用void RCC_ConfigLse(uint8_t RCC_LSE, uint16_t LSE_Trim)函数，通过输入参数uint16_t LSE_Trim实现对晶体参数配置，具体见下面代码示例：

```

/**
 * @brief Configures the External Low Speed oscillator (LSE).
 * @param RCC_LSE specifies the new state of the LSE.
 * This parameter can be one of the following values:
 * @arg RCC_LSE_DISABLE LSE oscillator OFF
 * @arg RCC_LSE_ENABLE LSE oscillator ON
 * @arg RCC_LSE_BYPASS LSE oscillator bypassed with external clock
 * @param LSE_Trim specifies LSE Driver Trim Level.
 */
void RCC_ConfigLse(uint8_t RCC_LSE, uint16_t LSE_Trim)
{
    //PWR DBP set 1
    /* Enable PWR Clock */
    RCC_EnableAPB1PeriphClk(RCC_APB1_PERIPH_PWR, ENABLE);
    PWR->CTRL1 |= 0x100;
    /* Check the parameters */
    assert_param(IS_RCC_LSE(RCC_LSE));
    /* Reset LSEON LSEBYP and LSECLKSSEN bits before configuring the LSE -----*/
    *(__IO uint32_t*)LDCTRL_ADDR &= ~(RCC_LDCTRL_LSEON | RCC_LDCTRL_LSEBYP | RCC_LDCTRL_LSECLKSSEN);
    /* Configure LSE (RCC_LSE_DISABLE is already covered by the code section above) */
    switch (RCC_LSE)
    {
        case RCC_LSE_ENABLE:
            /* Set LSEON bit */
            *(__IO uint32_t*)LDCTRL_ADDR |= RCC_LSE_ENABLE;
            LSE_XtalConfig(LSE_Trim);
            break;
        case RCC_LSE_BYPASS:
            /* Set LSEBYP and LSEON bits */
            *(__IO uint32_t*)LDCTRL_ADDR |= (RCC_LSE_BYPASS | RCC_LSE_ENABLE);
            break;
        default:
            break;
    }
}

```

表 1-1 列出了 2 种推荐配置值，不同的配置值对最终晶体的特性影响较大，说明如下：

- 1) **低功耗配置（配置值：0xFF）**：对比芯片上电后的默认配置，增强了 LSE 的驱动能力，可以兼容更多的晶体型号。
- 2) **正常配置（配置值：0x1FF）**：同时增强了 LSE 的驱动能力和稳态工作电流，进一步提高了晶体兼容性，此配置值相对低功耗配置，晶体电路功耗略有增加。

表 1-1 LSE 配置值对比列表

配置项	配置值
低功耗配置	0xFF
正常配置	0x1FF

下面章节将给出不同的晶体参数配置值的测试数据，提供客户应用参考。

1.3.2 晶体频率测试

1.3.2.1 常温频率测试

在 LSE 设计中，需要选取合适的硬件匹配电容和晶体配置值。

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 $CL=7pF$ ， C_{stray} 按 $1pF$ 计算，则 $CL_1=C_{L2}=12pF$ 。

（ C_{stray} 的取值和不同的测试板相关，用户可以根据测试的频率值微调 CL_1 和 CL_2 ）

参考图 1-2 为常温条件下， CL_1 和 CL_2 贴片电容为 $12pF$ ，3 块测试板的晶体输出频率对比如下。

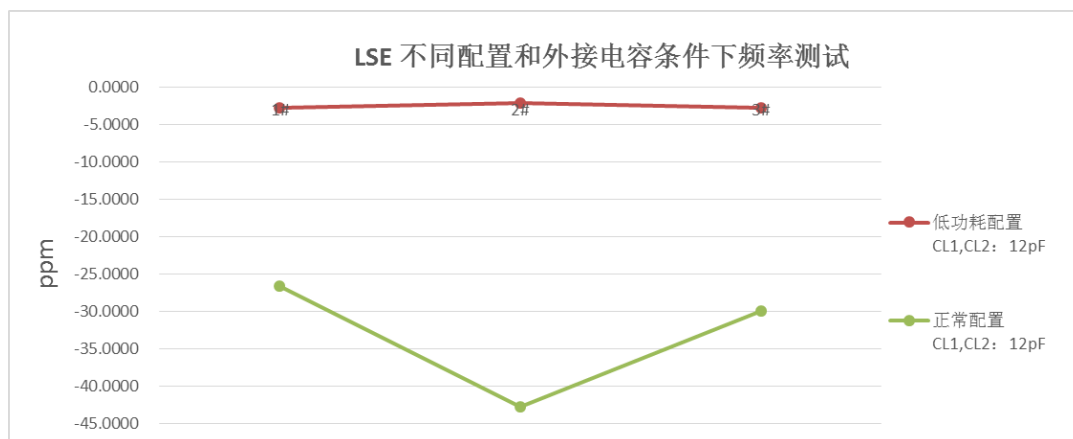


图 1-2 常温条件, $C_{L1}=C_{L2}=12\text{pF}$, LSE 输出频率

从图 1-2 可以看出, 同样的硬件设计, 不同的配置值会对频率有一定影响, 正常的配置条件下, 频率比低功耗配置偏低, 小于-20ppm, 此时, 可以通过减小 C_{L1} 和 C_{L2} 的电容值, 调高晶体频率。

参考图 1-3 为常温条件下, C_{L1} 和 C_{L2} 贴片电容为从 12pF 调整为 10pF (针对正常配置值), 3 块测试板在调整电容前后的输出频率对比。

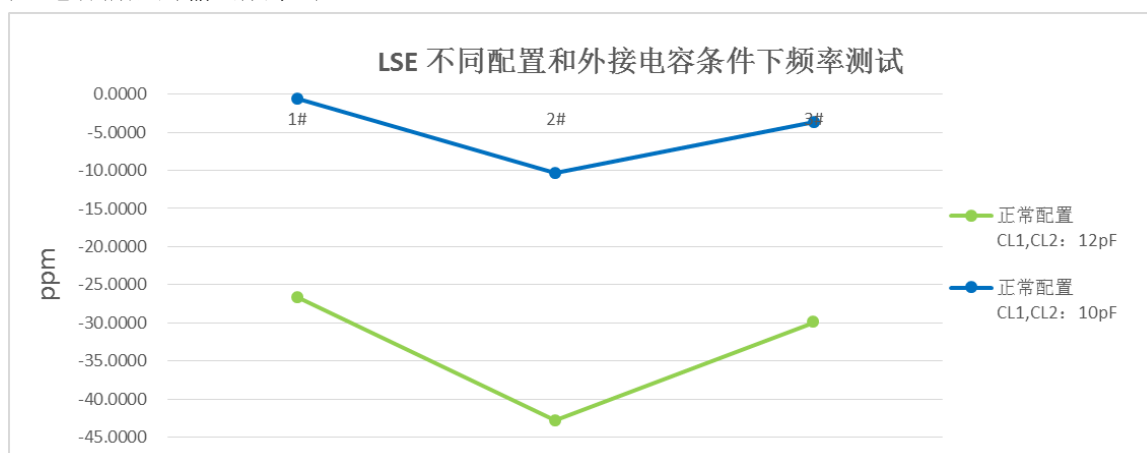


图 1-3 常温条件, C_{L1} 和 C_{L2} 取不同电容值, LSE 输出频率 (正常配置)

1.3.2.2 高低温频率测试

参考图 1-4, 为低功耗配置值, 高低温条件下, LSE 输出频率。

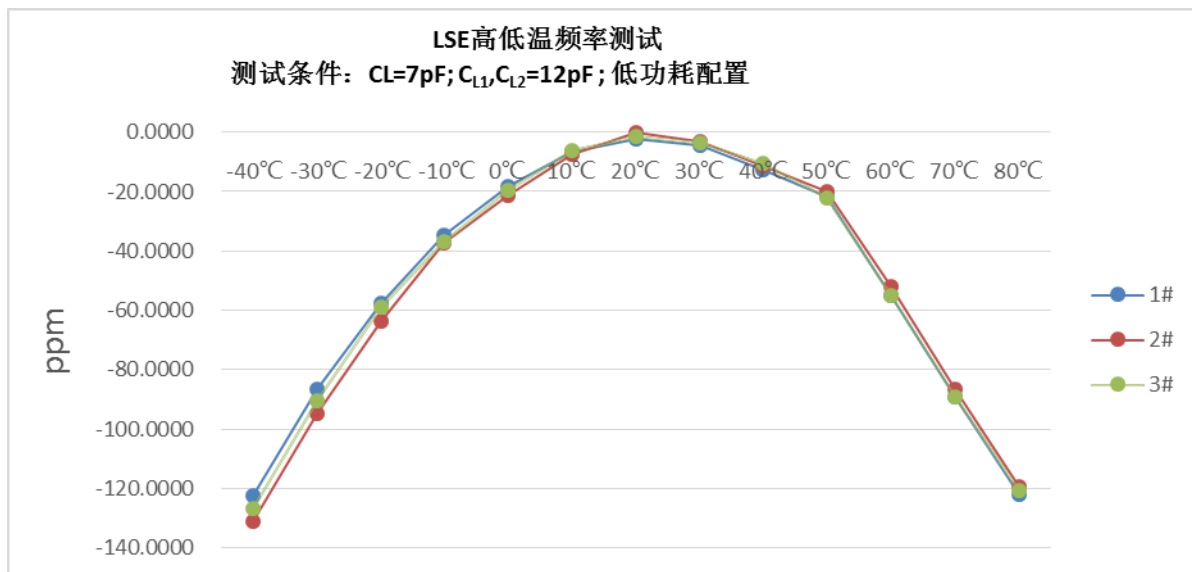


图 1-4 低功耗配置值, LSE 高低温输出频率

参考图 1-5, 为正常配置值, 高低温条件下, LSE 输出频率。

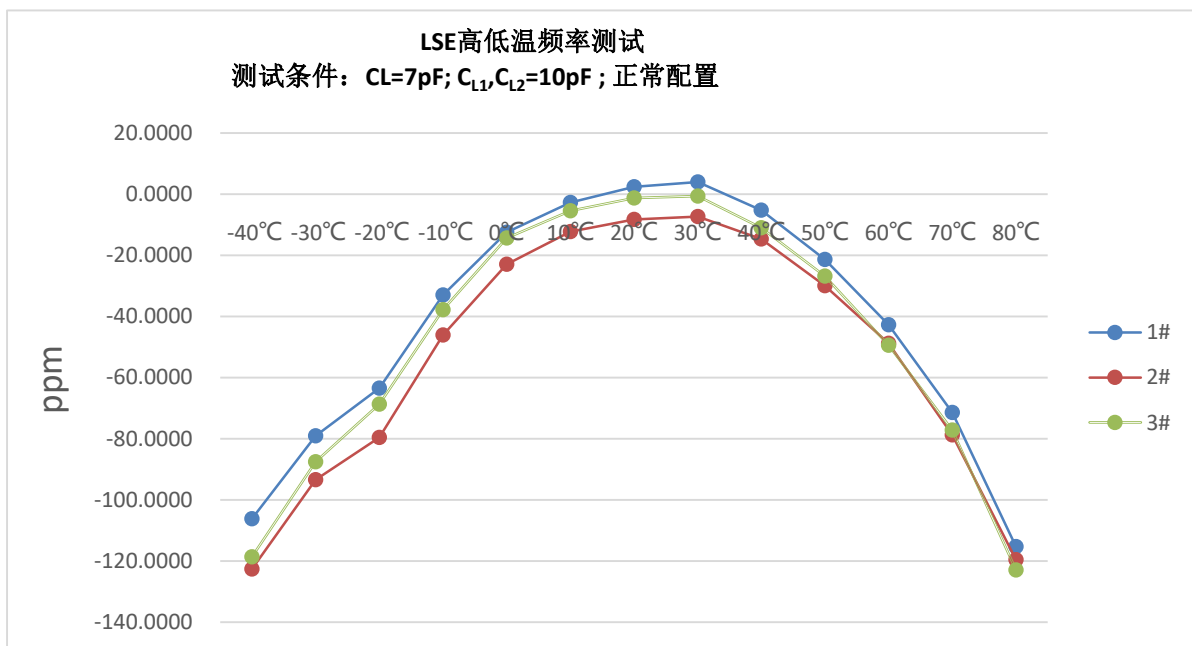


图 1-5 正常配置值, LSE 高低温输出频率

1.3.3 功耗测试

参考图 1-6 为芯片在不同配置条件下, 芯片的功耗测试值, 正常配置对比低功耗配置, STOP2 模式下功耗增加约 0.8uA。

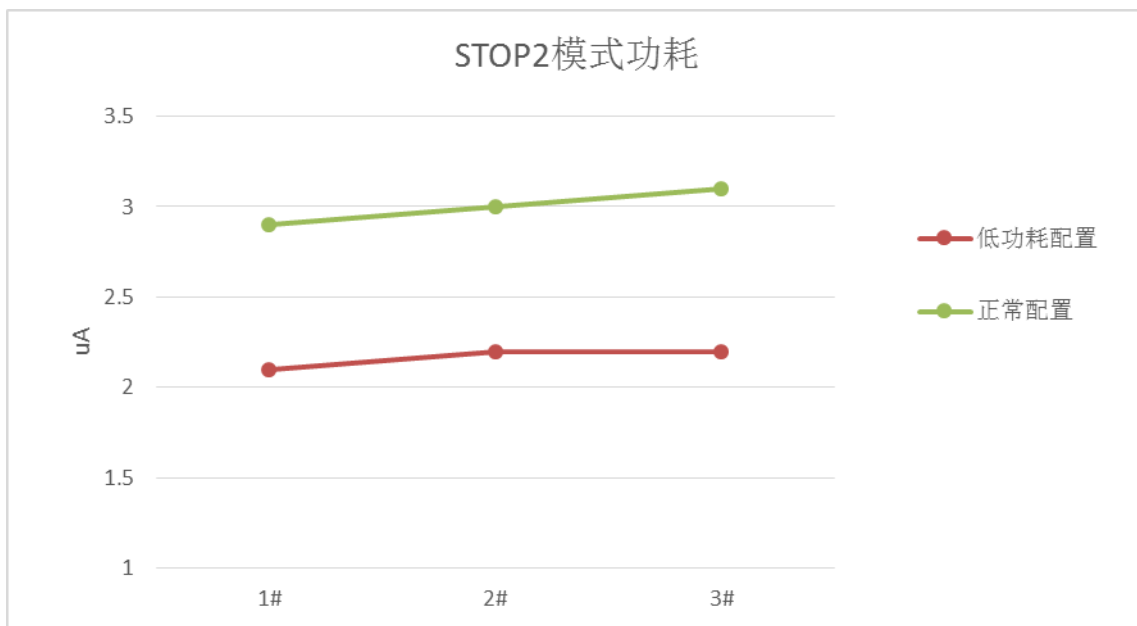


图 1-6 不同寄存器配置条件下 STOP2 模式功耗

1.3.4 晶体兼容列表

N32G43X/N32L40X/N32L43X 系列 MCU 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。

芯片晶体配置参数不同，可适配的晶体型号也不同。

参考表 1-2 为晶体全温度测试兼容列表，此列表的晶体可同时兼容低功耗配置值和正常配置值。

表 1-2 LSE 晶体兼容列表

No.	晶体型号	封装	厂商	CL (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	FC-12M 32.768000 kHz 7.0+20.0-20.0/X1A0000610006	2012	EPSON	7	1.3	90	
8	TJXM32768K2TGDCNT2T		TAE(雅晶鑫)	12.5		70	
9	1TJG125DR1A0019		KDS	12.5	1.3	80	
10	FC-135R 32.768KHz 9PF 20PPM/X1A0001410002	3215	EPSON	9	1.1	50	
11	FC-135 32.768KHz 9PF 20PPM/Q13FC13500003			9	1	70	
12	FC-135 32.768KHz 12.5PF 20PPM/Q13FC13500004			12.5	1.2	70	

13	FC-135 32.768KHz 9PF 20PPM/ FC-135 32.7680KA-AC			9	1	70	
14	SC-32S 32.768kHz 7pF 20ppm			7	1	70	
15	SC-32S 32.768kHz 12.5pF 20ppm		SEIKO	12.5	1	70	
16	SC-32S 32.768kHz 9pF 20ppm			9	1	70	
17	1TJF125DP1A000A		KDS	12.5	1.3	80	
18	7LC32768F12UC		SJK(晶科鑫)	12.5	1.2	70	
19	FC31M2-32.768-NTLLLDT		HCI(杭晶)	12.5	1.5	70	
20	X321532768KGD2SI		YXC(扬兴科技)	12.5	1.2	70	
21	ETST00327000JE		HOSONIC (台湾鸿星)	12.5	2	70	
22	TCXM32768K2NGDCZT2T		TAE(雅晶鑫)	12.5	2	80	
23	XDMCZLNDDF-0.032768MHZ		TAITIEN (泰艺电子)	12.5			
24	KFC3276812520		KYX(凯越翔)	12.5	1.2	70	
25	F3K232768PWQAC		JYJE(晶友嘉)	12.5		70	
26	26S-32.768-12.5-10-10/B	DT26	LIMING(利明)	12.5		90	
27	MC-146 32.768KHz 9PF 20PPM/ Q13MC14610004		EPSON	9	0.8	65	
28	MC-146 32.768KHz 12.5PF 20PPM/ Q13MC14620002			12.5	0.8	65	
29	SSP-T7-F 32.768kHz 20PPM 7pF		SEIKO	7	0.8	65	
30	FR07S4-32.768-N07LLDT	MC-146	HCI(杭晶)	7	0.8	65	
31	FR07S4-32.768-NTLLLDT			12.5	0.8	65	
32	TSXM32768K4KGDCZT3T		TAE(雅晶鑫)	12.5	0.8	65	
33	7MC32768F12UC		SJK(晶科鑫)	12.5	1.2	70	
34	M132768PWPAC		JYJE(晶友嘉)	12.5		65	
35	CD01K032768FEPBAEAE		TKD(泰晶)	8	1.4	40	
36	CD01K032768ACNBAEAE			12.5	1.4	40	
37	CD01K032768DGRBAEAE	DT26		6	1.4	40	
38	Y26003271C2040DYJY		JGHC(晶光华)	12.5		40	
39	X206032768KGB2SC		YXC(扬兴科技)	12.5		40	
40	146-32.768-12.5-20-20/A	MC-146	LIMING(利明)	12.5			
41	7L032768NW2		HD(海德频率)	12.5	0.8	65	
42	X308032768KGB2SC		YXC(扬兴科技)	12.5		40	
43	CD02K032768AEPBAEAE	DT38	TKD(泰晶)	12.5	1.8	30	
44	WTL3T45322LZ		WTL(维拓)	12.5	1.5	40	
45	SMD31327681252090	3215	JGHC(晶光华)	12.5	1	65	
46	S3132768072070			7	1	65	
47	DT-38 32.768KHz		KDS	12.5	1.3	30	
48	Y308327681252075	DT38	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 $V_{DD}=3.3V$ 。

2. 历史版本

版本	日期	备注
V1.0	2022-04-27	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，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。