

GigaDevice Semiconductor Inc.

从 GD32L233 系列移植到 GD32L235 系列

应用笔记

AN184

目录

目录.....	2
图索引.....	3
表索引.....	4
1. 前言.....	5
2. 引脚兼容性.....	6
3. 内部资源兼容性.....	7
4. 程序移植.....	10
5. 外设差异.....	11
5.1. 闪存控制器 (FMC).....	11
5.2. 电源管理单元 (PMU).....	11
5.3. 复位和时钟单元 (RCU).....	12
5.4. 中断/事件控制器 (EXTI).....	12
5.5. DMA 请求多路复用器 (DMAMUX).....	12
5.6. 调试 (DBG).....	13
5.7. 模数转换器 (ADC).....	14
5.8. 定时器 (TIMER).....	15
5.9. 低功耗定时器 (LPTIMER).....	16
5.10. 低功耗通用异步收发器 (LPUART).....	16
5.11. VREF.....	16
5.12. 段码 LCD 控制器 (SLCD).....	16
5.13. 控制器局域网络 (CAN).....	17
5.14. 通用串口总线全速设备接口 (USB_D).....	17
6. 版本历史.....	18

图索引

图 4-1. KEIL 工程选择 GD32L233xx 系列及 GD32L235xx 系列界面	10
图 4-2. IAR 工程选择 GD32L233xx 系列及 GD32L235xx 系列界面	10
图 5-1. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 DMAMUX_RM_CHxCFG 寄存器对比	13
图 5-2. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 DBG_CTL0 寄存器对比	14
图 5-3. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 DBG_CTL1 寄存器对比	14
图 5-4. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 ADC_CTL1 寄存器对比	15

表索引

表 3-1. GD32L235xx 系列及 GD32L233xx 系列资源对比总览	7
表 3-2. GD32L235xx 系列及 GD32L233xx 系列外设地址对比总览	7
表 6-1. 版本历史	18

1. 前言

GD32L235xx 系列器件是一款基于 ARM®Cortex®-M23 内核的新型 32 位通用微控制器。它与 GD32L233xx 系列在资源上相似度非常高，本应用笔记旨在帮助客户快速将应用程序从 GD32L233xx 系列微控制器移植到 GD32L235xx 系列微控制器。

为了更好的利用本应用笔记中的信息，客户需要从官网 www.GD32MCU.com 下载 GD32 各系列微控制器资料，如 Datasheet、用户手册、官方例程及各种开发工具等。

2. 引脚兼容性

GD32L235xx 系列的封装类型有：WLCSP25、QFN32、LQFP32、QFN48、LQFP48、QFN64、LQFP64；GD32L233xx 系列的封装类型有：QFN32、LQFP32、LQFP48、LQFP64，两个系列相同封装的芯片引脚是兼容的。两者引脚定义有细微差别，详情可查阅 [datasheet](#) 文档。

3. 内部资源兼容性

GD32L235xx 系列与 GD32L233xx 系列的资源上有如下的差别：

1. GD32L235xx 系列增加了高级定时器，通用定时器的数量；GD32L235xx 系列的低功耗定时器的位数为 16 位，GD32L233xx 系列的低功耗定时器为 32 位。
2. GD32L235xx 系列增加了 CAN 外设。
3. GD32L235xx 系列增加了 LPUART 外设的数量。

详情见表 [3-1. GD32L235xx 系列及 GD32L233xx 系列资源对比总览](#)及表 [3-2. GD32L235xx 系列及 GD32L233xx 系列外设地址对比总览](#)。

表 3-1. GD32L235xx 系列及 GD32L233xx 系列资源对比总览

Peripheral	GD32L235xx	GD32L233xx
Core	Cortex-M23	Cortex-M23
Flash	64K-128K	64K-256K
RAM	12K-24K	16K-32K
主频	64MHz	64MHz
LPTM	2(16bit)	1(32bit)
GPTM(16bit)	5/6	3/4
AdvTM(16bit)	1	0
BaseTM(16bit)	2	2
U(S)ART	3/4	3/4
I2C	3	2/3
SPI	2	2
I2S	1	1
USB	0/1	1
CAN	0/1	0
CMP	2	2
ADC	1(10)/1(16)	1(10)/1(16)
DAC	1	1
SLCD	0/1	0/1
Operating Voltage	1.62-3.63V	1.71-3.63V
Temperature Range	-40-85℃	-40-85℃

表 3-2. GD32L235xx 系列及 GD32L233xx 系列外设地址对比总览

Peripheral	BUS	GD32L235xx	GD32L233xx
GPIOF	AHB2	0X48001400	0X48001400
GPIOD		0X48000C00	0X48000C00
GPIOC		0X48000800	0x48000800
GPIOB		0X48000400	0X48000400
GPIOA		0X48000000	0X48000000
TRNG	AHB1	0X50060800	0X50060800

CAU		0X50060000	0X50060000	
CRC		0X40023000	0X40023000	
FMC		0X40022000	0X40022000	
RCU		0X40021000	0X40021000	
DMAMUX		0X40020800	0X40020800	
DMA		0X40020000	0X40020000	
TIMER40	APB2	0X4001D000	-	
CMP		0X40017C00	0X40017C00	
DBG		0X40015800	0X40015800	
TIMER8		0X40014C00	0X40014C00	
TIMER14		0X40014000	-	
USART0		0X40013800	0X40013800	
SPI0		0X40013000	0X40013000	
TIMER0		0X40012C00	-	
ADC		0X40012400	0X40012400	
EXTI		0X40010400	0X40010400	
SYSCFG+VREF		0X40010000	0X40010000	
CTC		APB1	0X4000C800	0X4000C800
I2C2			0X4000C000	0X4000C000
LPTIMER0			0X40009400	0X40009400
LPUART0	0X40008000		0X40008000(LPUART)	
LPTIMER1	0X40007C00		-	
DAC0	0X40007400		0X40007400	
PMU	0X40007000		0X40007000	
CAN	0X40006400		-	
Shared USB/D/CAN RAM(512 bytes)	0X40006000		0X40006000(USB/D RAM(512 bytes))	
USB/D	0X40005C00		0X40005C00	
I2C1	0X40005800		0X40005800	
I2C0	0X40005400		0X40005400	
UART4	0X40005000		0X40005000	
UART3	0X40004C00		0X40004C00	
LPUART1	0X40004800		-	
USART1	0X40004400		0X40004400	
SPI1/I2S1	0X40003800		0X40003800	
FWDGT	0X40003000		0X40003000	
WWDGT	0X40002C00		0X40002C00	
RTC	0X40002800		0X40002800	
SLCD	0X40002400		0X40002400	
TIMER11	0X40001800		0X40001800	
TIMER6	0X40001400		0X40001400	
TIMER5	0X40001000		0X40001000	

TIMER2		0X40000400	0X40000400
TIMER1		0X40000000	0X40000000
SRAM		0x20000000	0x20000000
Option Byte		0x1FFFF800	0x1FFFF800
Main Flash		0x08000000	0x08000000
System Memory		0x1FFFD000	0x1FFFD000
OTP		0x1FFF7000	0x1FFF7000

4. 程序移植

GD32L233xx 系列及 GD32L235xx 系列同属 GD32L23x 系列，新版本的固件库 GD32L23x_Firmware_Library（2.0.0 及以上版本）已经兼容了 GD32L233xx 和 GD32L235xx 两个系列芯片，在使用新版本固件库时，只需要选择对应的系列即可，如[图 4-1. KEIL 工程选择 GD32L233xx 系列及 GD32L235xx 系列界面](#)及[图 4-2. IAR 工程选择 GD32L233xx 系列及 GD32L235xx 系列界面](#)所示。

图 4-1. KEIL 工程选择 GD32L233xx 系列及 GD32L235xx 系列界面

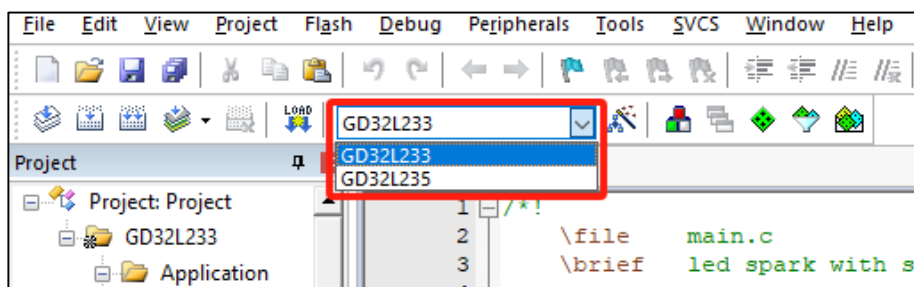
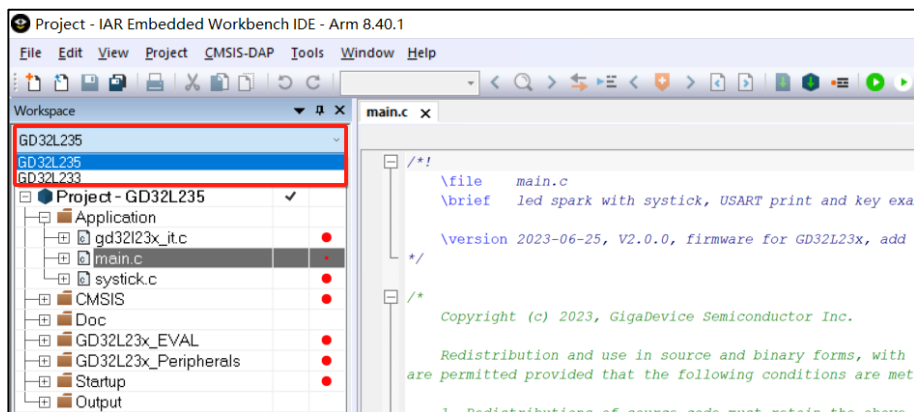


图 4-2. IAR 工程选择 GD32L233xx 系列及 GD32L235xx 系列界面



如果是 GD32L235xx 运行旧版本的固件库，需要注意的问题请查阅第 5 章节。

5. 外设差异

GD32L235xx 与 GD32L233xx 在部分外设是兼容的，但 GD32L235xx 作为更高级的 MCU，较 GD32L233xx 在很多外设上增加了部分功能，用户可根据以下罗列出的外设差异进行代码的移植。

5.1. 闪存控制器（FMC）

在使用 FMC 的代码的时候需要注意以下几点：

1. GD32L233xx 产品，根据不同闪存容量大小，闪存页大小为 4/2/1KB。GD32L235xx 产品闪存页大小为 1KB。
2. GD32L233xx 产品，支持 32 位整字编程，页擦除和整片擦除操作。GD32L235xx 产品，支持 64 位双字编程，页擦除和整片擦除操作；
3. GD32L233xx 产品，支持快速编程；
4. GD32L235xx 产品，支持 ECC 功能。
5. GD32L233xx 产品，flash 能在 LDO 1.1V、0.9V 下工作；GD32L235xx 产品，flash 仅能在 LDO 1.1V 下工作。
6. GD32L235xx 产品的选项字节 USER 部分，带有 SRAM 奇偶检验的禁止使能位，GD32L233xx 产品则没有。

5.2. 电源管理单元（PMU）

对于 GD32L233xx 产品：

1. 内部电压调节器（LDO）为 1.1V 电源域提供 1.1V 电源或 0.9V 电源。
2. 十种省电模式：运行模式、运行模式 1、运行模式 2、睡眠模式、睡眠模式 1、睡眠模式 2、深度睡眠模式、深度睡眠模式 1、深度睡眠模式 2 和待机模式。
3. CAU 可单独断电。

对于 GD32L235xx 产品：

1. 内部电压调节器（LDO）为 1.1V 电源域提供 1.1V 电源。
2. 六种省电模式：运行模式、睡眠模式、深度睡眠模式、深度睡眠模式 1、深度睡眠模式 2 和待机模式。
3. 在深度睡眠模式 1 和深度睡眠模式 2 下，内部电压调节器（LDO）为 1.1V 电源域提供 0.9V 电源。
4. 深度睡眠模式下，EFLASH 可单独掉电。

5.3. 复位和时钟单元 (RCU)

1. 在 GD32L233xx 产品中，LPUART 的时钟可以选择 IRC16MDIV 时钟、LXTAL 时钟、系统时钟或 APB1 时钟，通过设置配置寄存器 2 (RCU_CFG2) 的 LPUARTSEL 位域来选择。在 GD32L235xx 产品中，LPUARTx (x = 0, 1) 时钟可以选择 IRC16MDIV 时钟、LXTAL 时钟、系统时钟或 APB1 时钟，通过设置配置寄存器 2 (RCU_CFG2) 的 LPUARTxSEL (x = 0, 1) 位域来选择。
2. 在 GD32L233xx 产品中，LPTIEMR 的时钟可以选择 IRC16MDIV 时钟、LXTAL 时钟、系统时钟或 APB1 时钟，通过设置配置寄存器 2 (RCU_CFG2) 的 LPTIMERSEL 位域来选择。在 GD32L235xx 产品中，LPTIEMRx (x = 0, 1) 的时钟可以选择 IRC16MDIV 时钟、LXTAL 时钟、系统时钟或 APB1 时钟，通过设置配置寄存器 2 (RCU_CFG2) 的 LPTIMERxSEL (x = 0, 1) 位域来选择。
3. GD32L23x 产品的系统时钟源为 IRC16M, HXTAL, PLL, IRC32K (仅适用于 GD32L235xx 产品) 或者 IRC48M; GD32L233xx 产品的系统时钟源不包含 IRC32K。

5.4. 中断/事件控制器 (EXTI)

1. 多达 69 种可屏蔽的外设中断 (GD32L233xx 产品) 或 72 种可屏蔽的外设中断 (GD32L235xx 产品);
2. EXTI 中有 30 个相互独立的边沿检测电路 (GD32L233xx 产品) 或 32 个相互独立的边沿检测电路 (GD32L235xx 产品);

5.5. DMA 请求多路复用器 (DMAMUX)

DMAMUX 请求路由通道 x 的请求路由输入由 DMAMUX_RM_CHxCFG 寄存器的 MUXID[5:0] (GD32L233xx 产品)/ MUXID[6:0]位域来配置 (GD32L235xx 产品), 见 [图 5-1. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 DMAMUX_RM_CHxCFG 寄存器对比](#), 具体的使用可查阅 GD32L23x 用户手册中的 DMAMUX 请求路由输入信号映射表。

图 5-1. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 DMAMUX_RM_CHxCFG 寄存器对比

请求路由通道 x 配置寄存器 (DMAMUX_RM_CHxCFG)

对于 GD32L233xx 系列

$x = 0 \dots 6$, 其中 x 为通道序号

地址偏移: $0x00 + 0x04 * x$

复位值: $0x0000\ 0000$

该寄存器只能按字 (32 位) 访问。

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
保留				SYNCID[4:0]				NBR[4:0]				SYNCNP[1:0]		SYNCEN	
rw				rw				rw				rw		rw	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
保留				EVGEN	SOIE	保留		MUXID[5:0]							
rw				rw	rw	rw		rw							

对于 GD32L235xx 系列

$x = 0 \dots 6$, 其中 x 为通道序号

地址偏移: $0x00 + 0x04 * x$

复位值: $0x0000\ 0000$

该寄存器只能按字 (32 位) 访问。

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
保留				SYNCID[4:0]				NBR[4:0]				SYNCNP[1:0]		SYNCEN	
rw				rw				rw				rw		rw	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
保留				EVGEN	SOIE	保留	MUXID[6:0]								
rw				rw	rw	rw	rw								

5.6. 调试 (DBG)

调试系统可以帮助调试者在低功耗模式下调试以及进行一些外设的调试, 包括: TIMER、LPTIMER、I2C、CAN、RTC、WWDGT 和 FWDGT。当内核停止, 并且 DBG 控制寄存器 0 (DBG_CTL0) 或 DBG 控制寄存器 1 (DBG_CTL1) 中的相应位置 1, 调试系统会在低功耗模式下提供时钟, 或者为一些外设保持当前状态, 由于 L233xx 系列及 L235xx 系列的外设差异, DGB_CTL0 及 DBG_CTL1 寄存器的差异见 [图 5-2. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 DBG_CTL0 寄存器对比](#) 及 [图 5-3. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 DBG_CTL1 寄存器对比](#), 在使用此功能的时候需要注意。

图 5-2. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 DBG_CTL0 寄存器对比

控制寄存器 0 (DBG_CTL0)

对于 GD32L233xx 型号

地址偏移: 0x04

复位值: 0x0000 0000, 仅上电复位

该寄存器只能按字 (32 位) 访问。

保留																TIMER11_HOLD	保留		TIMER8_HOLD	保留	TIMER6_HOLD	TIMER5_HOLD	保留			I2C1_HOLD	
保留																rw		rw		rw		rw		保留			rw
I2C0_HOLD	保留	TIMER2_HOLD	TIMER1_HOLD	保留		WWDGT_HOLD	FWDGT_HOLD	保留							STB_HOLD	DSLP_HOLD	SLP_HOLD										
rw		rw	rw			rw	rw								rw	rw	rw										

对于 GD32L235xx 型号

地址偏移: 0x04

复位值: 0x0000 0000, 仅上电复位

该寄存器只能按字 (32 位) 访问。

保留																TIMER4_HOLD	TIMER14_HOLD	TIMER11_HOLD	保留		TIMER8_HOLD	保留	TIMER6_HOLD	TIMER5_HOLD	保留			I2C1_HOLD
保留																rw		rw		rw		rw		保留			rw	
I2C0_HOLD	CAN_HOLD	TIMER2_HOLD	TIMER1_HOLD	TIMER0_HOLD	保留	WWDGT_HOLD	FWDGT_HOLD	保留							STB_HOLD	DSLP_HOLD	SLP_HOLD											
rw	rw	rw	rw	rw		rw	rw								rw	rw	rw											

图 5-3. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 DBG_CTL1 寄存器对比

控制寄存器 1 (DBG_CTL1)

对于 GD32L233xx 型号

地址偏移: 0x08

复位值: 0x0000 0000, 仅上电复位

该寄存器只能按字 (32 位) 访问。

保留																I2C2_HOLD	LPTIMER_HOLD
保留																rw	rw
保留										RTC_HOLD	保留						
保留										rw							

对于 GD32L235xx 型号

地址偏移: 0x08

复位值: 0x0000 0000, 仅上电复位

该寄存器只能按字 (32 位) 访问。

Reserved.																LPTIMER1_HOLD	I2C2_HOLD	LPTIMER0_HOLD
Reserved.																rw	rw	rw
Reserved										RTC_HOLD	Reserved							
Reserved										rw								

5.7. 模数转换器 (ADC)

- GD32L235xx 系列产品通过配置 ADC_DIFCTL 寄存器中的 DIFCTL[14:0]位域, 可以配

从 GD32L233 系列移植到 GD32L235 系列

置 ADC 通道为单端输入模式或差分输入模式；而 GD32L233xx 系列产品仅支持单端输入模式。

- GD32L235xx 系列产品支持校准次数的配置，而 GD32L233xx 系列产品不支持此功能，见 [图 5-4. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 ADC_CTL1 寄存器对比](#)。

图 5-4. GD32L233xx 系列与 GD32L235xx 系列 ADC_CTL1 寄存器对比

控制寄存器 1 (ADC_CTL1)															
GD32L233xx 产品 地址偏移: 0x08 复位值: 0x0000 0000 该寄存器只能按字 (32 位) 访问。															
31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
保留		VSLCDEN		VBATEN	INREFEN	TSVEN	SWRCST	保留	ETERC	ETSRC [2:0]		保留			
		rw		rw	rw	rw	rw	rw		rw					
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
保留		DAL		保留		DMA		保留		RSTCLB	CLB	CTN	ADCON		
		rw				rw				rw	rw	rw	rw		
GD32L235xx 产品 地址偏移: 0x08 复位值: 0x0000 0000 该寄存器只能按字 (32 位) 访问。															
31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
保留		VSLCDEN		VBATEN	INREFEN	TSVEN	SWRCST	保留	ETERC	ETSRC [2:0]		保留			
		rw		rw	rw	rw	rw	rw		rw					
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
保留		DAL		保留		DMA		保留	CALNUM[2:0]		RSTCLB	CLB	CTN	ADCON	
		rw				rw			rw		rw	rw	rw	rw	

5.8. 定时器 (TIMER)

GD32L235xx 产品: 高级定时器 0、通用 L0 定时器 1/2、通用 L1 定时器 8/11、通用 L3 定时器 14/40、基本定时器 5/6。

GD32L233xx 产品: 通用 L0 定时器 1/2、通用 L1 定时器 8/11、基本定时器 5/6。

两个系列处理基本定时器 5/6 的配置一样外，有着如下的区别：

- TIMER 的时钟源选择：

- GD32L233xx 产品：可以是内部时钟源 CK_TIMER，或者是由 SMC (TIMERx_SMCFG 寄存器位[2:0]) 位确定的时钟源。
- GD32L235xx 产品：可以是内部时钟源 CK_TIMER，或者是由 TSCFGy[3:0]位确定的时钟源， TSCFGy[3:0] 位于 SYSCFG_TIMERxCFG (y=0,1...7) (x=0,1,2,8,11,14,40)。

- 正交译码器的模式选择：

- GD32L233xx 产品：通过设置 SMC=0x01, 0x02 或 0x03 来选择使用哪种模式。
- GD32L235xx 产品：通过设置 TSCFGy[3:0] != 4'b0000 (y=0,1,2) 来选择使用哪种

模式。

3. 主从管理：

TIMERx 能在多种模式下同步外部触发，包括复位模式，暂停模式和事件模式。

- GD32L233xx 产品：可以通过设置 TIMERx_SMCFG 寄存器中的 SMC [2:0]配置这些模式。这些模式的输入触发源可以通过设置 TIMERx_SMCFG 寄存器中的 TRGS [2:0]来选择。
- GD32L235xx 产品：可以通过设置 SYSCFG_TIMER1CFG 或 SYSCFG_TIMER2CFG (y=3,4,5) 寄存器中的 TSCFGy[3:0] != 4b'0000 (y=3,4,5) 配置这些模式。

4. 定时器互联：

定时器之间的相互连接可以实现定时器的级联或者同步。可以通过配置一个定时器工作在主模式，另一个定时器工作在从模式来实现。

定时器 2 作为定时器 1 的预分频器，当选择定时器 1 输入触发源为定时器 2，配置定时器 1 在外部时钟模式 0：

- GD32L233xx：配置 TIMER1_SMCFG 寄存器的 TRGS=3'b000 同时配置 TIMER1_SMCFG 寄存器的 SMC=3'b111。
- GD32L235xx：配置 SYSCFG_TIMERxCFG 寄存器的 TSCFG6[3:0] = 4'b 0001。

注意：由上可了解，GD32L235xx 系列在配置 TIMER 之前，需要先打开 SYSCFG 时钟。

5.9. 低功耗定时器 (LPTIMER)

GD32L233xx 产品具有一个 32 位的 LPTIMER, GD32L235xx 产品具有两个 16 位的 LPTIMER (LPTIMER0、LPTIMER1)。

5.10. 低功耗通用异步收发器 (LPUART)

GD32L233xx 产品具有一个 LPUART, GD32L235xx 产品具有两个 LPUART (LPUART0、LPUART1)。

5.11. VREF

GD32L233xx 仅能提供 2.5V 参考电压，GD32L235xx 能提供 2.5V/2.048V 参考电压。

5.12. 段码 LCD 控制器 (SLCD)

1. GD32L233xx 产品可配置电压输出驱动用于增强 SLCD 驱动能力，GD32L235xx 产品不

支持增强模式。

2. GD32L235xx 支持弱驱动电阻选择，GD32L233xx 不支持。
3. GD32L233 系列中，当使用内部电压源时，VSLCD 的值可以通过配置 SLCD_CFG 寄存器的 CONR[2:0]位域从 VSLCD0 到 VSLCD7 中选择（VSLCDx 的值请参考产品数据手册）。应用程序可以通过改变 VLCD 的值调节对比度。GD32L235 系列中，当使用内部电压源时，VDD 电压作为内部电压源。
4. VSLCD 电压源配置，内部电压源：
 - GD32L233 系列中，当 SLCD 选择内部电压源时，VSRC 位置 0，PD6 引脚需要配置为模拟模式，且在与 GND 之间需外接一个电容，其电容值请参考 Datasheet。
 - GD32L235 系列中，当 SLCD 选择内部电压源时，使用 VDD 作为内部电压源。

5.13. 控制器局域网（CAN）

GD32L235xx 系列产品增设了 CAN 外设，而 GD32L233xx 系列产品则没有。

5.14. 通用串口总线全速设备接口（USB D）

1. 对于 GD32L233xx 产品，APB1 总线时钟的频率必须不小于 24MHz。对于 GD32L235xx 产品，APB1 总线时钟的频率必须不小于 12MHz。
2. 对于 GD32L235xx 产品，USB D 和 CAN 共享专用 512 字节 SRAM 存储介质。

6. 版本历史

表 6-1. 版本历史

版本号.	说明	日期
1.0	首次发布	2024 年 1 月 10 日

Important Notice

This document is the property of GigaDevice Semiconductor Inc. and its subsidiaries (the "Company"). This document, including any product of the Company described in this document (the "Product"), is owned by the Company under the intellectual property laws and treaties of the People's Republic of China and other jurisdictions worldwide. The Company reserves all rights under such laws and treaties and does not grant any license under its patents, copyrights, trademarks, or other intellectual property rights. The names and brands of third party referred thereto (if any) are the property of their respective owner and referred to for identification purposes only.

The Company makes no warranty of any kind, express or implied, with regard to this document or any Product, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. The Company does not assume any liability arising out of the application or use of any Product described in this document. Any information provided in this document is provided only for reference purposes. It is the responsibility of the user of this document to properly design, program, and test the functionality and safety of any application made of this information and any resulting product. Except for customized products which has been expressly identified in the applicable agreement, the Products are designed, developed, and/or manufactured for ordinary business, industrial, personal, and/or household applications only. The Products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems designed or intended for the operation of weapons, weapons systems, nuclear installations, atomic energy control instruments, combustion control instruments, airplane or spaceship instruments, transportation instruments, traffic signal instruments, life-support devices or systems, other medical devices or systems (including resuscitation equipment and surgical implants), pollution control or hazardous substances management, or other uses where the failure of the device or Product could cause personal injury, death, property or environmental damage ("Unintended Uses"). Customers shall take any and all actions to ensure using and selling the Products in accordance with the applicable laws and regulations. The Company is not liable, in whole or in part, and customers shall and hereby do release the Company as well as its suppliers and/or distributors from any claim, damage, or other liability arising from or related to all Unintended Uses of the Products. Customers shall indemnify and hold the Company as well as its suppliers and/or distributors harmless from and against all claims, costs, damages, and other liabilities, including claims for personal injury or death, arising from or related to any Unintended Uses of the Products.

Information in this document is provided solely in connection with the Products. The Company reserves the right to make changes, corrections, modifications or improvements to this document and Products and services described herein at any time, without notice.