

GigaDevice Semiconductor Inc.

GD30BC2416-SingleBattery Charge
用户指南

1.0 版本
(2022 年 05 月)

GigaDevice

目录

目录.....	2
图	3
表	4
1. 简介	5
2. 功能引脚分配	6
3. 入门指南	8
3.1. 所需设备	8
3.2. 快速连接	8
3.2.1. Battery_Charge	8
3.2.2. Battery_Discharge	9
3.3. Demo_Suites	10
4. 硬件设计概述	11
4.1. 硬件框图	11
4.2. Demo 板原理图	11
5. 例程使用指南	13
5.1. Battery_Charge&Battery_Discharge	13
5.1.1. DEMO 目的	13
5.1.2. DEMO 执行结果	13
6. BOARD LAYOUT	17
6.1. Top Overlay	17
6.2. Bottom Overlay	18
6.3. Top Layer	18
6.4. Bottom Layer	19
7. 注意事项	20
8. 版本历史	21

图

图 1-1 GD30BC2416-Single Battery Charge Demo 实物图	5
图 3-1 Battery Charge Demo 板连接示意图	9
图 3-2 Battery Discharge Demo 板连接示意图	10
图 4-1 硬件框图	11
图 4-2 GD30BC2416x 原理图	11
图 4-3 MCU&GDLink	12
图 6-1 GD30BC2416 Single Battery Charge Top Overlay	17
图 6-2 GD30BC2416 Single Battery Charge Bottom Overlay	18
图 6-3 GD30BC2416 Single Battery Charge Top Layer	18
图 6-6 GD30BC2416 Single Battery Charge Bottom Layer	19



GigaDevice

表

表 2-1 MCU 引脚分配	6
表 2-2 输入输出连接器	6
表 2-3 跳线连接器	6
表 2-4 按键	7
表 2-5 LED	7
表 8-1 版本历史	21



GigaDevice

1. 简介

GD30BC2416-Single Battery Charge Demo 板是一款电源管理开发平台，采用 Cortex™-M23 为内核的 GigaDevice GD32E230G8U6 芯片作为主控 MCU，以 I2C 接口方式与电源管理芯片 PMU（GD30BC2416x）进行通信和数据传输。

GD30BC2416x 支持单节锂离子/锂聚合物电池充放电管理，最大支持 1.5A 充电电流，并支持最大 1A 负载供电，此例程设计为单节锂离子/锂聚合物电池充放电管理，以帮助用户快速评估 GD30BC2416x 的性能和功能。

GD30BC2416-Single Battery Charge Demo 板特性:

- 支持单节锂电池充放电管理
- 全充电流程：预充电、恒流充、恒压充、自动复充
- 支持自动控制及手动控制模式
- 支持 UART 串口打印并提供当前电池充放电状态
- 具有 LED Fault 警示、充电指示、放电指示、USB 插拔指示等
- 具有过压、欠压、放电过流、放电短路、高低温等多种保护
- 可实现进入/退出 SleepMode
- 软件资源完善，拥有专门的固件库

图 1-1 GD30BC2416-Single Battery Charge Demo 实物图



2. 功能引脚分配

表 2-1 MCU引脚分配

功能	引脚	描述
LED	PB0、PB1、PA0、PA1	YLED、YLED、RLED、WLED
KEY	PA2、PA3、PA4、NRST	K1、K2、K3、RESET
SLEEPMODE_CTL	PB4	Control the GD30BC2416 enter and exit sleep mode
IRQ	PB5	Detect GD30BC2416 8ms falling edge
ACT_EN	PF0(IO level 5VT)	Enable or disable external activation circuit LDO
I2C	PB6	Connect to the SCL pin of GD30BC2416
	PB7	Connect to the SDA pin of GD30BC2416
SWD	PA13	SWDIO
	PA14	SWCLK
USART0	PA9	USART0_TX
	PA10	USART0_RX
BOOT	BOOT0	Boot mode Configuration

表 2-2 输入输出连接器

连接器	描述	Demo
J1-MicroUSB	MicroUSB 输入电源连接器	已安装
J2-BAT	电池连接器；将单节锂离子\锂聚合物电池或电池模拟器正确连接至正负极	已安装
J3-LOAD	电子负载连接器；用于评估电池放电功能和性能，将正极输出引线和接地引线连接至电子负载	已安装
J4-VBUS	输入电源连接器；将正极输入引线和接地引线连接至供电电源，并保持它们尽可能短以最小化输入电感	已安装
J5-IIC	USB Adaptor 连接器	已安装
J6-UART	串口调试连接器	已安装
J7-SWD	程序调试、烧录接口	已安装
J101-MiniUSB	GD-Link 接口	已安装
J100-Debug	\	未安装

表 2-3 跳线连接器

跳线连接器	描述	Demo
JP1-Action Sel	GD30BC2416 0V 启充电路选择；当 1-2 连接，选择外部 LDO 方式、当 3-2 连接，选择外部分压电阻方式	已安装
JP2-PWR SELECT	MC- GD32E230G8 供电电源域选择；当 1-2 连接，选择	已安装

	GD-Link 供电、当 3-2 连接，选择 GD30BC2416 自带 LDO 供电	
JP100	GD-Link 选择器：当使用 SWD 口，调试烧录程序时，JP100 悬空、当选择使用 GD-Link 调试烧录程序时，JP100 需要连接	已安装
JP101	GD-Link 选择器：当使用 SWD 口，调试烧录程序时，JP100 悬空、当选择使用 GD-Link 调试烧录程序时，JP100 需要连接	已安装

表 2-4 按键

按键	描述	Demo
K1-RESET	MCU 复位按键	已安装
K2-SLEEP MODE_CTL	正常与睡眠模式切换	已安装
K3-CHARGE&BOOST_CTL	在 KEY Mode 下，短按 K3 切换 Charge_EN&DIS（仅当检测 USB 插入时有效）；长按 K3 保持 2S 切换 Boost_EN&DIS（仅当检测 USB 拔出时有效）	已安装
K4-AUTO&KEY MODE_CTL	自动控制模式与手动控制模式切换，默认上电为自动控制模式	已安装

表 2-5 LED

LED	描述	Demo
D1、D2	连接至 GD30BC2416 连接 LED1/2 引脚，可选择硬件模式或软件模式控制 LED 的状态	已安装
D5	YLED；当开启充电时，D5_ON、关闭充电，D5_OFF	已安装
D6	RLED；当检测到有 Fault 时，D6_ON，随后会自动清除错误，D6_OFF	已安装
D7	YLED；当使能 Boost 时，D7_ON、关闭 Boost 功能时，D7_OFF	已安装
D8	WLED；当检测到 USB 插入时，D8_ON、检测到 USB 拔出时，D8_OFF	已安装
D9	MCU 上电正常指示	已安装

3. 入门指南

下面步骤描述了 GD30BC2416-Single Battery Charge 板的快速连接方式，以演示 Demo 板对锂电池充放电的操作。有关其他更加详细的说明，请参阅用户指南的其他部分。

3.1. 所需设备

在锂电池充放电演示操作中 Demo 板需要以下设备：

1. 直流电源，0-60V/3A；
2. 单节锂离子/锂聚合物电池或电池模拟器；
3. 电子负载；
4. GD30BC2416-Single Battery Charge Demo 板；
5. 带 USB 接口的电脑并安装有 Keil uVision5 软件；
6. 带 SWD 接口的烧录器；
7. MiniUSB、MicroUSB 连接线。

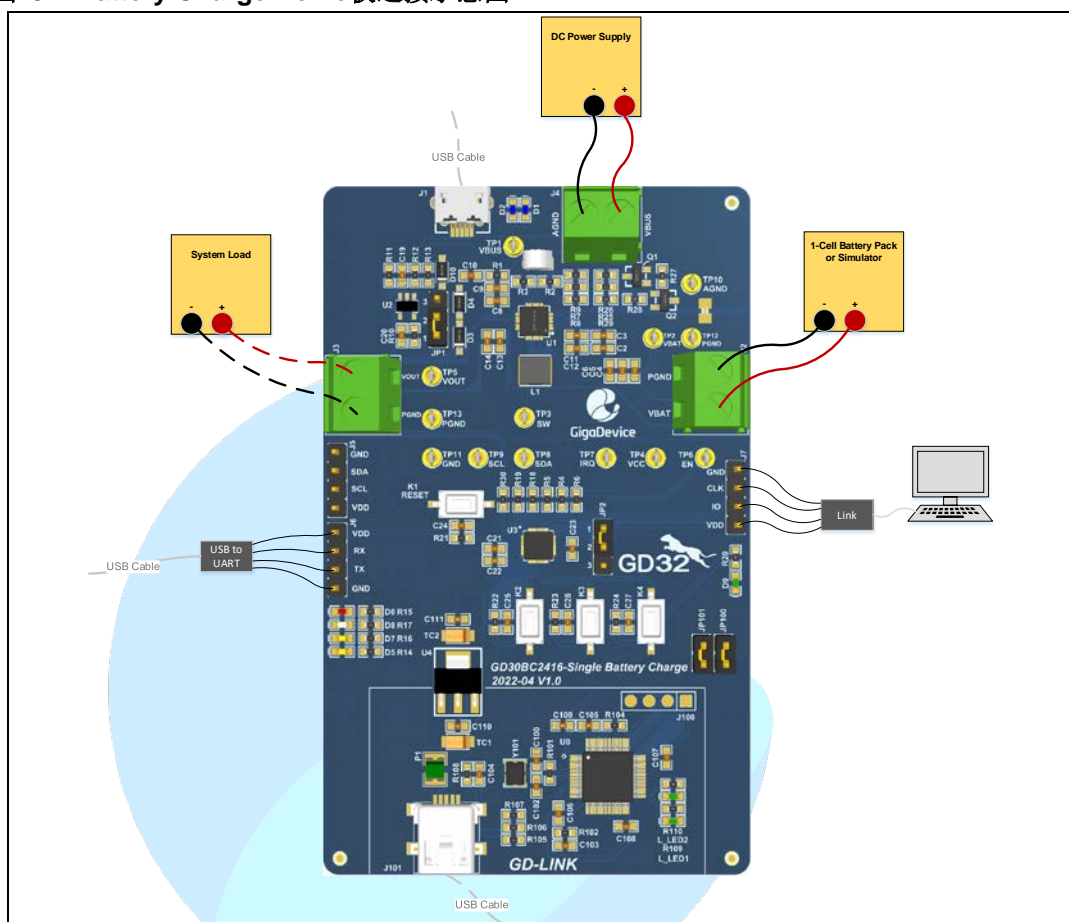
3.2. 快速连接

3.2.1. Battery_Charge

进行锂电池充电管理时，Demo 板需要遵循以下连接关系，如图 3-1 所示：

1. JP2 跳线帽默认 1-2 短接，则 MCU 由 GD30BC2416 LDO 供电。当电池接入 J2 时，D9 绿灯亮，则 MCU 上电成功；需要注意的是：选择 GD-Link 供电需要将 3-2 短接。
2. VBUS 输入电源有两种方式。方式一：选择带 MicroUSB 线缆连接至 J1，方式二：选择直流电源连接到 J4；
3. 单节锂离子/锂聚合物电池或电池模拟器连接到 J2；
4. 电子负载可选择性连接至 J3，GD30BC2416 内部具有动态电源路径管理功能，可实现为负载供电的同时为电池充电；
5. 如需电池充电，请务必完成以上连接；以下连接将帮助用户调试烧录 DemoSuites 以及实时查看系统当前状态信息，[更多详细信息请参考 5. 例程使用指南](#)。
6. USB 转串口线缆正确连接至 J6，上位机串口助手配置为：波特率 115200、校验位 NONE、数据位 8、停止位 1，打开串口后可实时接收查看系统状态。
7. DemoSuites 两种烧录调试方式。方式一：含 SWD 接口烧录器连接到 J6(VCC、CLK、IO、GND)，以便进行 DemoSuites 烧录调试，需要注意的是 JP100、JP101 不能短接。方式二：选择 GD-Link 方式，将带有 MiniUSB 接口的线缆插入至 J101，需要注意的是 JP100、JP101 需要跳线帽短接。

图 3-1 Battery Charge Demo板连接示意图

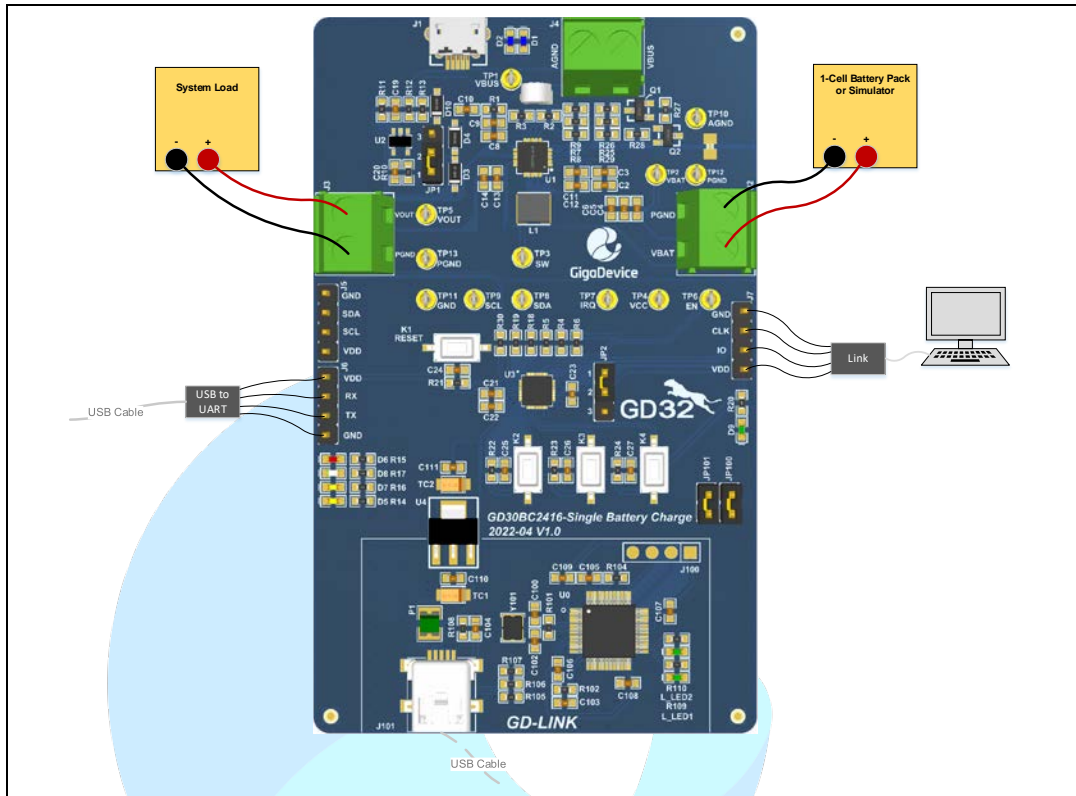


3.2.2. Battery_Discharge

进行锂电池放电管理时，Demo 板需要遵循以下连接关系，如图 3-2 所示：

1. 单节锂离子/锂聚合物电池或电池模拟器连接到 J2；
2. 电子负载连接至 J3；
3. 如需电池放电，请务必完成以上连接；以下连接将帮助用户调试烧录 DemoSuites 以及实时查看系统当前状态信息，[更多详细信息请参考 5. 例程使用指南](#)。
4. USB 转串口线缆正确连接至 J6，上位机串口助手配置为：波特率 115200、校验位 NONE、数据位 8、停止位 1，打开串口后即可实时接收查看系统状态。
5. DemoSuites 有两种烧录调试方式。方式一：含 SWD 接口烧录器连接到 J6（VCC、CLK、IO、GND），以便进行 DemoSuites 烧录调试，需要注意的是 JP100、JP101 不能短接。方式二：选择 GD-Link 方式，将带有 MiniUSB 接口的线缆插入至 J101，需要注意的是 JP100、JP101 需要跳线帽短接。

图 3-2 Battery Discharge Demo板连接示意图



3.3. Demo_Suites

例程提供了 Keil 版本，其中 Keil 版本的工程是基于 Keil MDK-ARM 5.26 uVision5 创建。在使用过程中有以下几点需要注意：

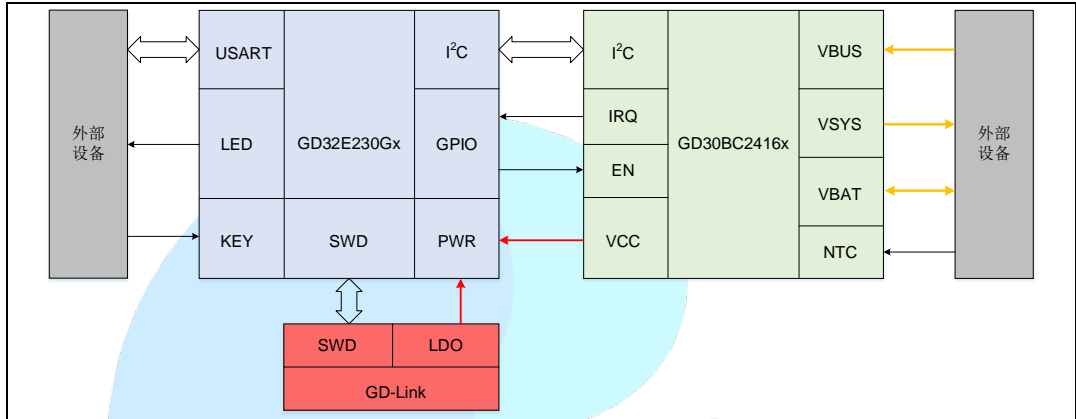
- 1、若使用 Keil uVision5 打开工程，安装 GigaDevice.GD32E23x_DFP.1.0.0.pack，以加载相关文件。
- 2、使用 SWD 接口或 GD-Link 为 MCU 下载程序，Demo 板默认内含程序。

GigaDevice

4. 硬件设计概述

4.1. 硬件框图

图 4-1 硬件框图



4.2. Demo 板原理图

图 4-2 GD30BC2416x原理图

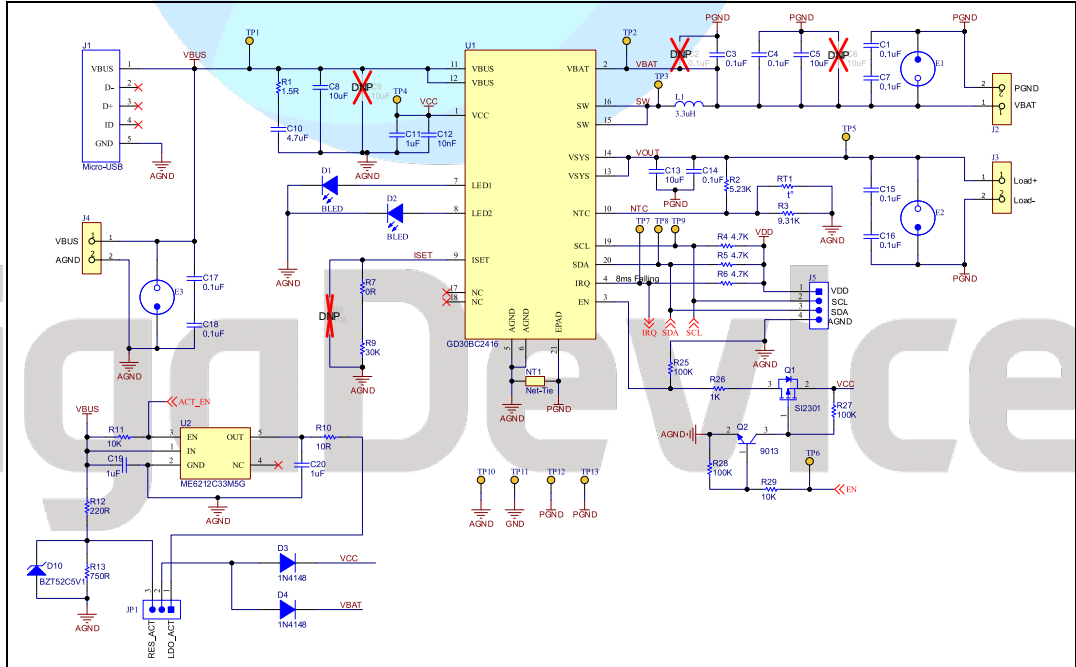
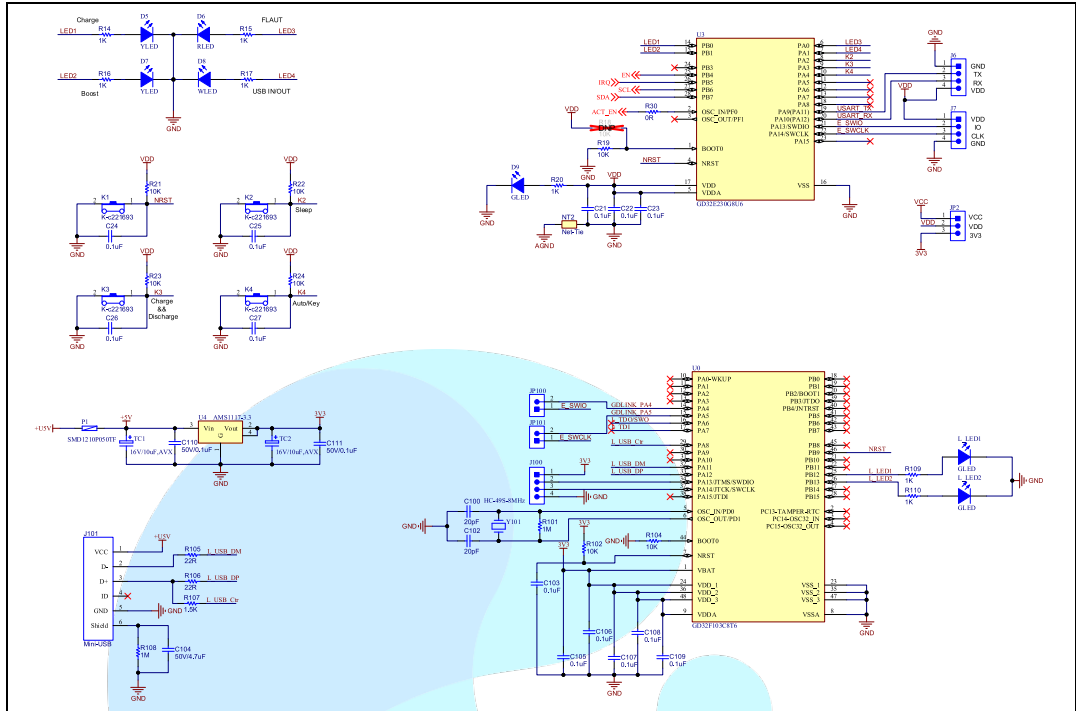


图 4-3 MCU&GDLink



5. 例程使用指南

5.1. Battery_Charge&Battery_Discharge

5.1.1. DEMO 目的

这个例程包括了 GD32 MCU 的以下功能：

- 使用硬件或软件 I²C 配置充放电参数、读取 GD30BC2416x 当前状态
- 自动或手动模式，控制充放电的开/关
- 系统进入/退出 SleepMode
- LED 指示当前发生动作
- UART 可实时查看当前系统状态

5.1.2. DEMO 执行结果

下载程序 < GD32E230G-SingleCell Charge_Demo_Suites> 到 Demo 板上。 [使用 Demo Suites 前请先阅读 7 注意事项。](#)

Demo 板默认充电电流约为 330mA，MCU 及 PMU 上电成功之后，系统默认进入自动控制模式。

GD30BC2416x 内部寄存器充电参数配置如下：

```

441  /*!
442  \brief      configure gd30bc2416x
443  \param[in]  none
444  \param[out] none
445  \retval    none
446  */
447  void bc2416_config(void)
448  {
449      /* configure battery charge parameters */
450      ws_pre_charge_phase_config(WS_CURRENT_IPCH_100_PCT, WS_VOLTAGE_VFVH_3V);           //pre-charge to cc voltage
451      ws_cc_charge_phase_config(WS_CURRENT_ICCCH_100_PCT, WS_VOLTAGE_VCVCH_4_POINT_2V);   //cc voltage to cv voltage
452      ws_cv_charge_phase_config(WS_CURRENT_ITER_NO_CHANGE);                             //charge terminate current set
453      ws_re_charge_phase_config(WS_VOLTAGE_VRCH_4_POINT_0V);                           //re-charge
454      ws_charge_timeout_config(WS_CHARGE_TIMEOUT_240MIN);                               //charge timeout
455      /* configure boost */
456      ws_boost_config(WS_BOOST_MAX_CURRENT_2A, WS_BOOST_OUT_5V);                       //boost 5V output
457  }
458
459

```

1. 预充电到恒流充电跳转电压 3.0V，当检测到电池电压大于 3.0V 时，会自动进入恒流充电阶段，此阶段是充电效率最高的阶段；
2. 恒流充电到恒压充电跳转电压 4.2V，当电池电压达到 4.2V 时，会进入恒压充电模式，充电电流会慢慢减小；
3. 恒压充电过程中，充电电流减小至十分之一的恒流充电电流即 $10\% \cdot I_{CCCH}$ 时，则充电终止；
4. 自动复充充电电压 4.0V，由于电池容量不断被消耗，当检测到电池电压下降到小于等于 4.0V 时，自动进入恒流充电阶段；
5. 充电总时长预设为 240min，若 240min 之内还未检测到充电电流减小到十分之一的恒流充电电流 $10\% \cdot I_{CCCH}$ ，则会产生 CH_TO_FAULT；

自动控制模式：

1. 检测到 USB 插入 (D8_ON) 时，自动开启充电并关闭 Boost (D5_ON、D7_OFF)。
D1 与 D2 充电时默认使用硬件控制模式，D2 在充电阶段每 1S 闪烁一次，电池充满阶

段 D2 将常亮。

- 检测到 USB 拔出 (D8_OFF) 时, 自动关闭充电并开启 Boost (D5_OFF、D7_ON)。D1 与 D2 放电模式下使用 IIC 软件控制 (D1_OFF、D2_OFF)。需要注意的是, 当电池电压小于 3.2V 时, Boost 会自动关闭 (D7_OFF)。

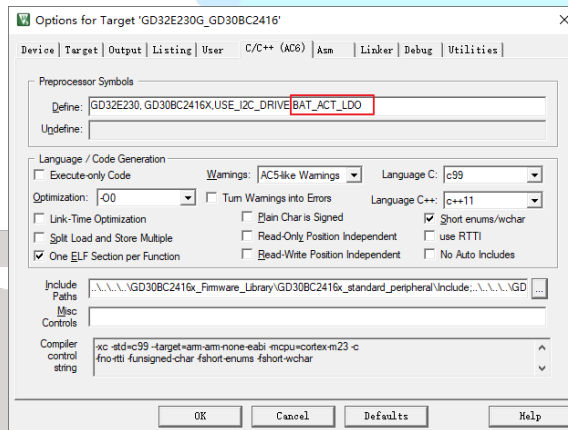
手动控制模式:

- 按键 K4 用于切换自动与手动模式, 系统默认上电为自动模式。
- K3 短按用于控制充电的开启与关闭, 仅当 USB 插入时有效; K3 长按 2S 用于控制 Boost 的开启与关闭, 仅在 USB 拔出并且电池电压大于 3.2V 时有效;
- 需要特别注意的是, USB 插入后, K3 短按开启充电后 USB 意外拔出, 重新插入 USB, 无需再次使能充电。此过程中, 无法长按 K3 打开 Boost, 需要先将 USB 插入, 关闭充电功能; USB 拔出后, 长按 K3-2S 开启 Boost, 若检测到 USB 插入, 则 VSYS 由 USB 旁路来, 重新拔出 USB 且无需再次使能 Boost, 此过程无法开启充电。
- K2 控制系统进入或退出 SleepMode, 系统进入 SleepMode 后整体功耗将大幅度减小, 实际测试约为 3.7uA。
- 系统退出 SleepMode 方式支持 USB 插入、支持外部中断唤醒。系统唤醒后, 会重新初始化并同时完成自检, 随后切换至自动控制模式。

电池电压 0V 启充电路软件控制:

系统默认使用外部 LDO 激活电路, LDO EN 脚默认上拉至 VBUS, 使能 LDO 输出。需要注意的是, 当电池电压大于 2.3V 时, 判定系统激活成功, 此时需要将 LDO EN 脚拉低, 以减小系统功耗。

- 使能宏 BAT_ACT_LDO



- 判断电池电压是否大于 2.0V

```

122 #ifndef BAT_ACT_LDO
123
124
125
126
127
128
129
130 #endif

```

```

if(bat_act_ldo == 0){
    if(get_act_vbat_vol() == SET){
        bat_act_ldo = 1;
        bc2416_acten_gpio_config();
        printf("Battery active\r\n");
    }
}

```

```

553 #ifndef BAT_ACT_LDO
554 /*!
555 \brief      Get battery voltage through gd30bc2416x internal ADC
556 \param[in]  none
557 \param[out] none
558 \retval    ErrStatus: ERROR or SUCCESS
559 */
560 ErrStatus get_act_vbat_vol(void)
561 {
562     ErrStatus err = ERROR;
563     ws_adc_enable();
564     if(SUCCESS == ws_adc_data_read(&vbat_value)){
565         vbat_calculate = vbat_value * 5000 / 4096;
566         if(vbat_calculate >= 2300){
567             err = SUCCESS;
568         }
569     }
570     return err;
571 }
572 #endif
573

```

当使用分压电阻激活电路，可忽略此步骤，BAT_ACT_LDO 宏不使能，LDO EN 脚拉低，LDO 关闭输出。

```

91     /*Select the diode activation method*/
92 #ifndef BAT_ACT_LDO
93     bc2416_acten_gpio_config();
94 #endif

```

Boost 功能开启条件:

软件配置为当电池电压大于 3.2V 时，允许打开 Boost

```

534 /*!
535 \brief      Get battery voltage through gd30bc2416x internal ADC
536 \param[in]  none
537 \param[out] none
538 \retval    ErrStatus: ERROR or SUCCESS
539 */
540 ErrStatus get_vbat_vol(void)
541 {
542     ErrStatus err = ERROR;
543     ws_adc_enable();
544     if(SUCCESS == ws_adc_data_read(&vbat_value)){
545         vbat_calculate = vbat_value * 5000 / 4096;
546         if(vbat_calculate >= 3200){
547             err = SUCCESS;
548         }
549     }
550     return err;
551 }

```


进入与退出 SleepMode 软件配置:

1. K2 按键用于控制系统进入与退出 SleepMode, MCU 进入 DeepSleepMode。

```

659 void sleep_config(void)
660 {
661     /*Key Mode*/
662     if(key2_enable == 1){
663         key2_enable = 0;
664         switch(sleep_state){
665             case SLEEP_DIS:
666                 //wakeup_config();
667                 break;
668             case SLEEP_EN:
669                 tws_wakeup = 1;
670                 ws_adc_disable();
671                 ws_watchdog_disable();
672                 ws_boost_disable();
673                 ws_charge_disable();
674                 ws_temperature_regulation_disable();
675                 bc2416_led_off();
676                 printf("Deepsleep mode");
677                 delay_ms(1000);
678                 ws_to_sleepmode(); ← Control GD30BC2416
679                 adc_deinit();
680                 i2c_disable(I2C0);
681                 usart_deinit(USART0);
682                 gpio_mode_set(GPIOF, GPIO_MODE_ANALOG, GPIO_PUPD_NONE, GPIO_PIN_ALL);
683                 rcu_periph_clock_disable(RCU_USART0);
684                 rcu_periph_clock_disable(RCU_I2C0);
685
686                 delay_ms(1000);
687                 pmu_to_deepsleepmode(PMU_LDO_LOWPOWER, WFI_CMD); ← Control GD32E230G
688                 break;
689             default:
690                 break;
691         }
692         /* Use 8805 to wake up the MCU(USB insert) */
693         if((sleep_state == SLEEP_EN) && (tws_wakeup == 1)){
694             wakeup_config();
695             tws_wakeup = 0;
696         }
697     }
698 }
699

```

2. 退出 SleepMode 方式, 包括外部中断源 (K2、K4) 以及 USB 插入 (IRQ 会产生下降沿并持续 8ms), 退出后系统会进入自动模式, 并完成自检。

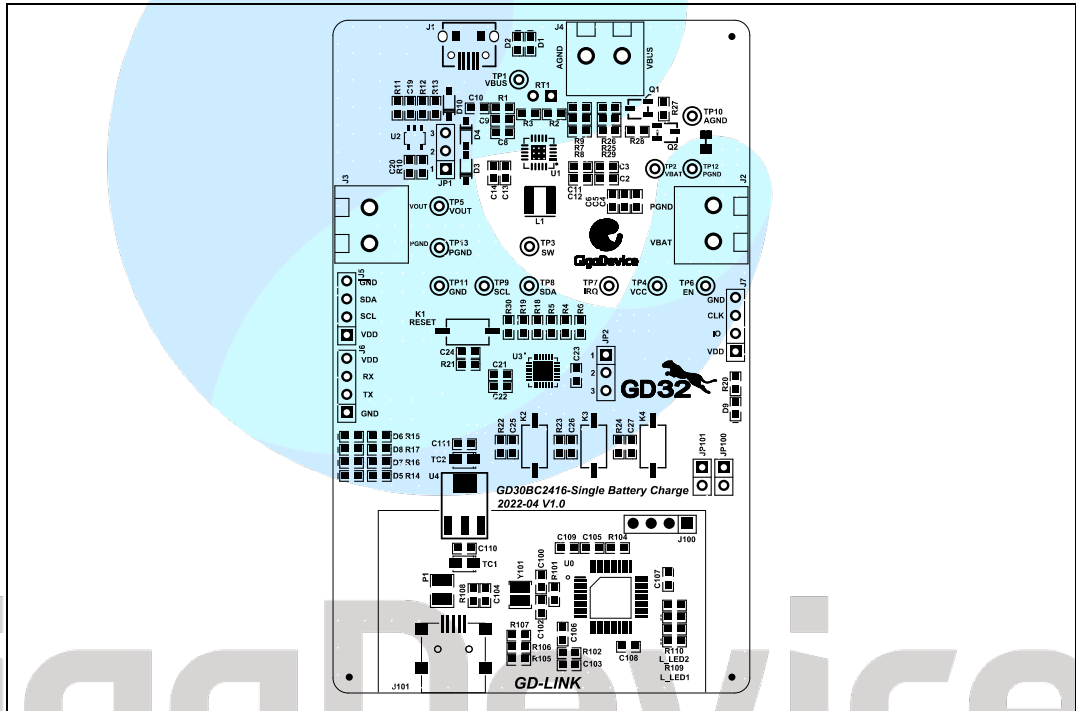
GigaDevice

6. Board Layout

GD30BC2416-Single Battery Charge 电路模块为 58.7mm x 94.8mm 两层电路板。其设计易于组装、测试，右侧预留 5.00mm 电池接线端子，左侧预留 5.00mm 负载接线端子，上侧预留 USB 接口及 5.00mm VBUS 电源输入端子。GD30BC2416x 位于板上上方靠近电源输入端子，电源使用宽走线和区域铺铜以减少高电流路径的压降，并增加散热。此外，功率地和数字地两部分需要隔离，并使用 Net-Tie 单点连接，避免 PGND 和 GND 直连。Demo 板布局和结构允许快速连接，并预留测试点以进行评估。

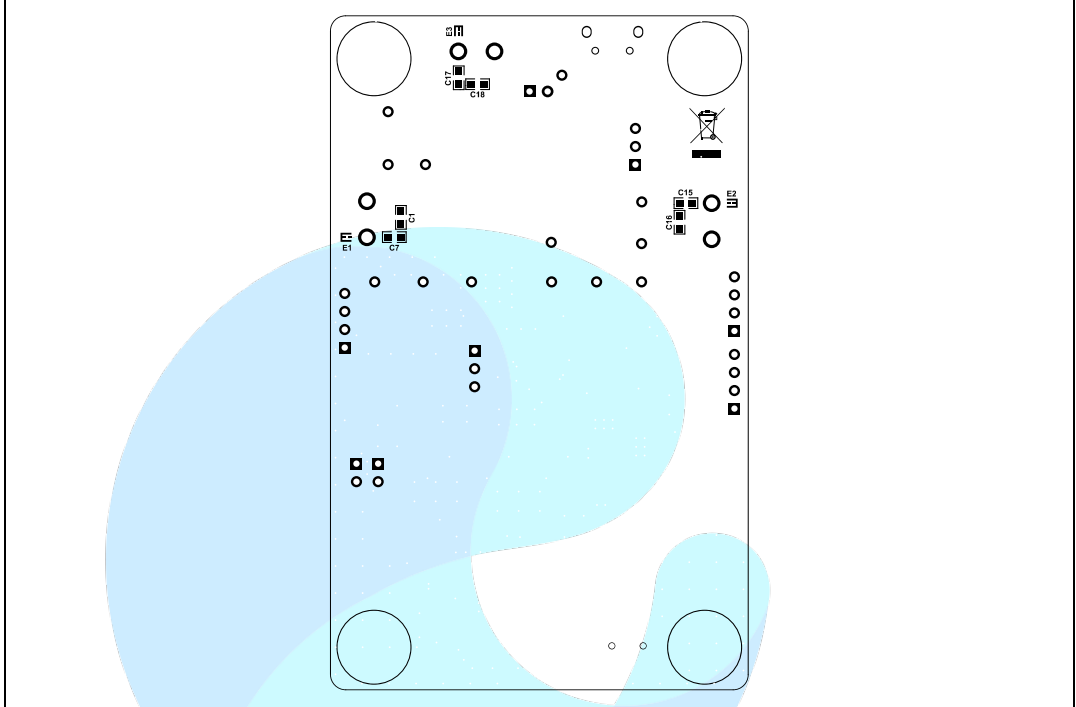
6.1. Top Overlay

图 6-1 GD30BC2416 Single Battery Charge Top Overlay



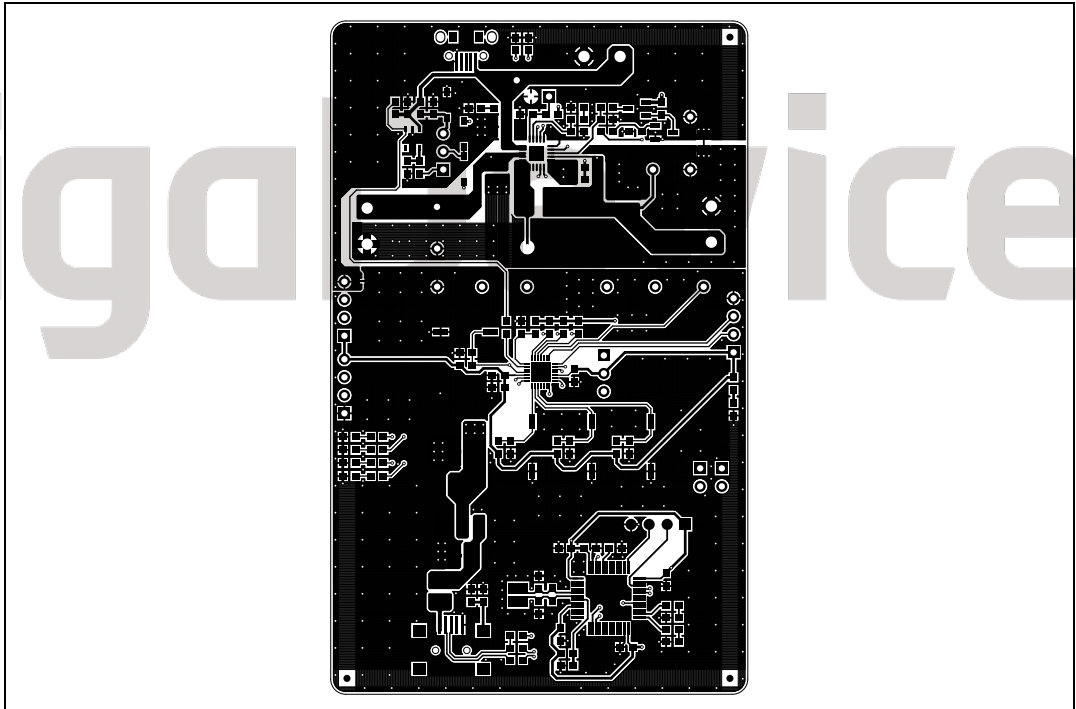
6.2. Bottom Overlay

图 6-2 GD30BC2416 Single Battery Charge Bottom Overlay



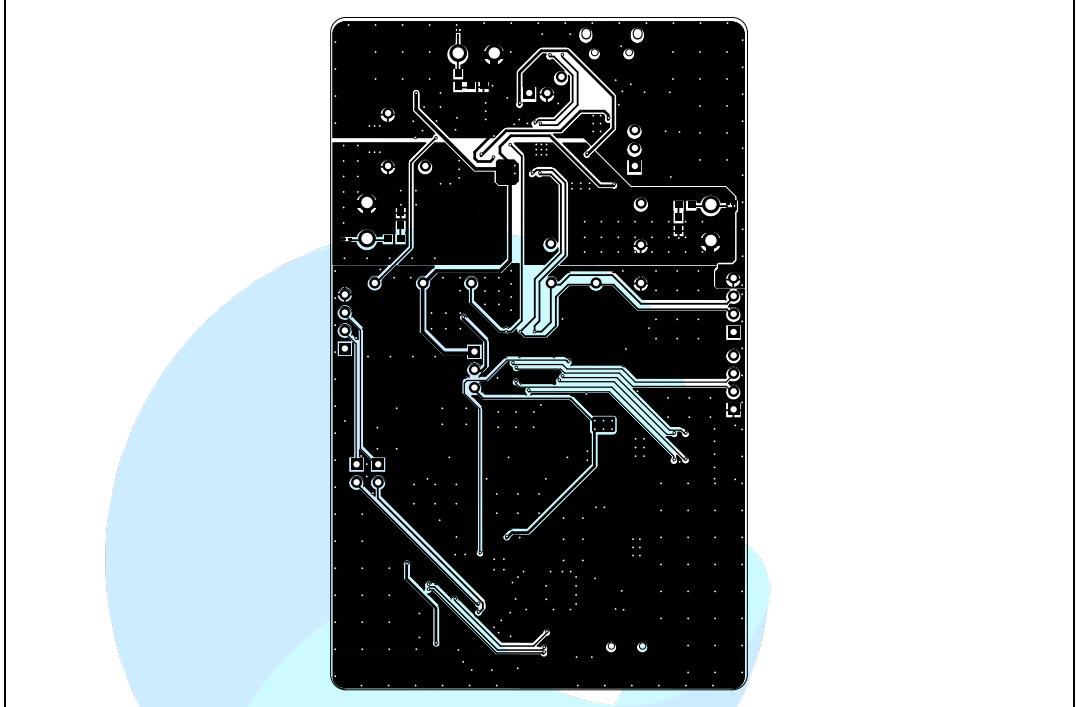
6.3. Top Layer

图 6-3 GD30BC2416 Single Battery Charge Top Layer



6.4. Bottom Layer

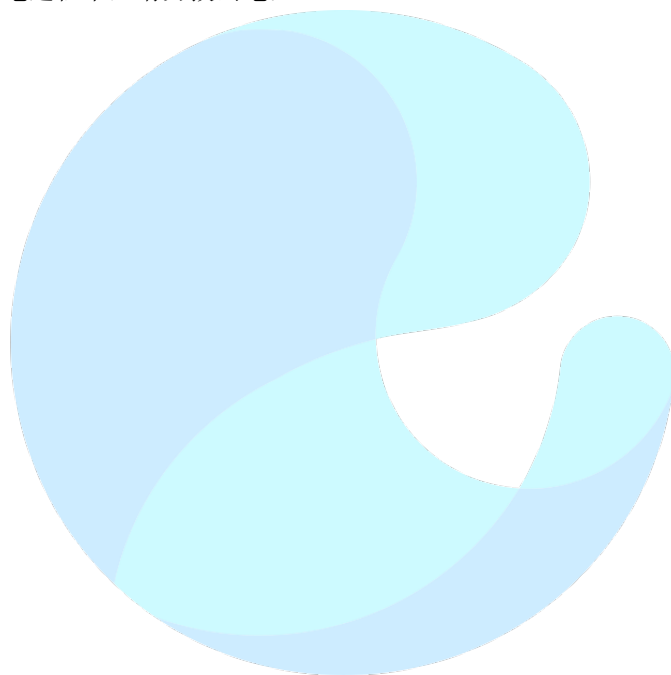
图 6-4 GD30BC2416 Single Battery Charge Bottom Layer



GigaDevice

7. 注意事项

- 推荐使用串口调试助手查看系统状态信息（如控制模式、充放电的开启与关闭、充电阶段等），串口均会打印提示信息，以帮助用户判断系统运行状态；
- 自动控制模式下按键 K2、K3 均无效，仅在手动模式下生效；
- 充电完成后，禁止模式切换。如需切换模式，请重新退回至 recharge 阶段；
- 充放电过程中，请勿拔出电池。



GigaDevice

8. 版本历史

表 8-1 版本历史

版本号	Description	Date
1.0	初始发布版本	2022 年 05 月



GigaDevice

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.