

GigaDevice Semiconductor Inc.

GD30DR8306-BLDC
用户指南

1.0 版本
(2022 年 11 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. BLDC Demo 硬件连接	8
4. 硬件设计概述	9
4.1. 系统框图	9
4.2. Demo 板原理图	9
5. DEMO 使用指南	10
5.1. GD30DR8306 BLDC 软硬件架构	10
5.2. 主程序流程	11
5.3. 中断处理	12
5.4. 转速电流双闭环控制系统	12
5.5. 电机控制状态机	13
5.5.1. 状态切换	13
5.5.2. 模式切换	14
5.5.3. 正反转切换	15
5.6. HALL 模式运行过程	15
5.7. CMP 模式运行过程	15
5.8. 相关参数介绍	16
6. BOARD LAYOUT	18
6.1. Top Overlay	18
6.2. Bottom Overlay	19
6.3. Top Layer	19
6.4. Layer2	20
6.5. Layer3	20
6.6. Bottom Layer	21
7. 软件程序	22
8. 电机参数	24
9. 版本历史	25

图

图 3-1 Demo 板及 BLDC 电机实物图	8
图 4-1 GD30DR8306-BLDC 系统组成框图	9
图 4-2 MCU 及外设原理图	9
图 5-1 主程序流程图	11
图 5-2 中断架构图	12
图 5-3 BLDC 转速电流双闭环控制系统框图	12
图 5-4 GD30DR8306 BLDC 状态机	13
图 5-5 GD30DR8306 BLDC 模式切换	14
图 5-5 GD30DR8306 BLDC 正反转切换	15
图 6-1 GD30DR8306 BLDC Top Overlay	18
图 6-1 GD30DR8306 BLDC Top Overlay	19
图 6-3 GD30DR8306 BLDC Top Layer	19
图 6-4 GD30DR8306 BLDC GND02	20
图 6-5 GD30DR8306 BLDC GND03	20
图 6-6 GD30DR8306 BLDC Bottom Layer	21
图 7-1 例程文件结构	22
图 7-2 工程目录结构	22

表

表 2-1 MCU 引脚分配	6
表 2-2 输入输出连接器	7
表 2-3 按键	7
表 5-1 各状态起始状态、切换条件及执行代码	13
表 5-2 模式起始状态、切换条件及执行代码	14
表 5-3 正反转起始状态、切换条件及执行代码	15
表 5-4 控制系统相关参数	16
表 5-5 电机状态检查相关参数	16
表 5-6 速度环 PID 相关参数	16
表 5-7 电流环 PID 相关参数	17
表 5-8 电机启动阶段控制相关参数	17
表 5-9 HALL 模式运行换向表	17
表 8-1 BLDC 参数表	24
表 9-1 版本历史	25

GigaDevice

1. 简介

GD30DR8306-BLDC Demo 板是一款电机驱动开发平台，采用 Cortex™-M4 为内核的 GigaDevice GD32F310C8T6 芯片作为主控 MCU，以 GD30DR8306x 为驱动芯片，完成电机驱动控制等相关功能。

GD30DR8306x 是一款三相无刷直流电机栅极驱动器，适用于 6 个 NMOS PreDriver 驱动，通过增强外部 MOSFET 将电流驱动至电机，其具有足够的可靠性和灵活性，以适应各种外部 MOSFET 选择和外部系统条件。

GD30DR8306-BLDC Demo 可通过按键和拨码开关实现电机的控制（模式选择、启停、刹车、切换转向等），1.3 寸 OLED 液晶显示运行状态，集成霍尔有感及反电动势无感控制算法。该板提供船型电源开关、SWD 接口、Reset 按键、旋钮编码器、电机接口及 USART 调试口等外设资源，可实现过压/欠压检测、过流检测等保护功能。同时提供栅极驱动器配置接口，具有 2 种 PWM 模式选择，4 种栅极电流大小配置。

GD30DR8306-BLDC Demo 板特性：

- Demo 板支持宽输入电压范围 12V 至 32V
- 高驱动电流，支持高达 1.2A 拉电流和 1A 灌电流能力
- FPWM 可调节，默认频率 20KHz
- 支持有感与无感控制算法
- 保护种类多，支持故障诊断、过流/过压保护、欠压保护等

GigaDevice

2. 功能引脚分配

表 2-1 MCU引脚分配

功能	引脚	描述
ADC_IN0	PA0	VP 电压检测 A/D 转换输入引脚
ADC_IN3	PA3	VP 电流检测 A/D 转换输入引脚
TIMER0_CH0	PA8	连接至 GD30DR8306x_INAH PWM 输入引脚
TIMER0_CH1	PA9	连接至 GD30DR8306x_INBH PWM 输入引脚
TIMER0_CH2	PA10	连接至 GD30DR8306x_INCH PWM 输入引脚
TIMER0_CH0N	PB13	连接至 GD30DR8306x_INAL PWM 输入引脚
TIMER0_CH1N	PB14	连接至 GD30DR8306x_INBL PWM 输入引脚
TIMER0_CH2N	PB15	连接至 GD30DR8306x_INCL PWM 输入引脚
TIMER0_BKIN	PB12	过流检测输入引脚
TIMER2_CH0	PA6	A-HALL/CMP 输入引脚
TIMER2_CH1	PA7	B-HALL/CMP 输入引脚
TIMER2_CH2	PB0	C-HALL/CMP 输入引脚
HALL/CMP Select 1	PB3	HALL/CMP 模式选择引脚
HALL/CMP Select 2	PA4	HALL/CMP 模式选择引脚
Fault	PA11	连接至 GD30DR8306x_nFault 输出引脚
Enable	PA12	连接至 GD30DR8306x_Enx 输入引脚
I2C1_SCL	PF6	连接至 OLED SCL
I2C1_SDA	PF7	连接至 OLED SDA
SWDIO	PA13	Debug
SWCLK	PA14	Debug
USART0_TX	PB6	串口通信，用于上位机控制
USART0_RX	PB7	串口通信，用于上位机控制
Rotation_Encoder_A	PB5	旋转编码器，用于控制电机转速
Rotation_Encoder_B	PA15	旋转编码器，用于控制电机转速
Rotation_Encoder_C (K5)	PB10	旋转编码器，(按键 5)
K1	NRST	按键 1
K2	PB4	按键 2
K3	PB8	按键 3
K4	PB9	按键 4
Veer	PA2	拨码开关，用于控制电机正反转
LED1	PB1	LED 指示灯 1
LED2	PB2	LED 指示灯 2

表 2-2 输入输出连接器

连接器	描述	Demo
JP1	船型开关，用于上电/断电控制	已安装
JP2	调试接口	已安装
JP3	栅极驱动器驱动电流配置接口	已安装
JP4	栅极驱动器 PWM 模式配置接口	已安装
JP5	电机 UVW 输入接口	已安装
JP6	磁编码器接口，用于检测电机转子位置及角度信息	已安装
SW1	拨码开关接口，用于控制电机正反转	已安装
CN1	电源输入端口	已安装
CN2	USB 接口，用于上位机控制	已安装

表 2-3 按键

按键	描述	Demo
K1	复位按键 Reset	已安装
K2	启停按键 Start/Stop	已安装
K3	功能选择按键 Mode	已安装
K4	刹车按键 Brake	已安装

3. 入门指南

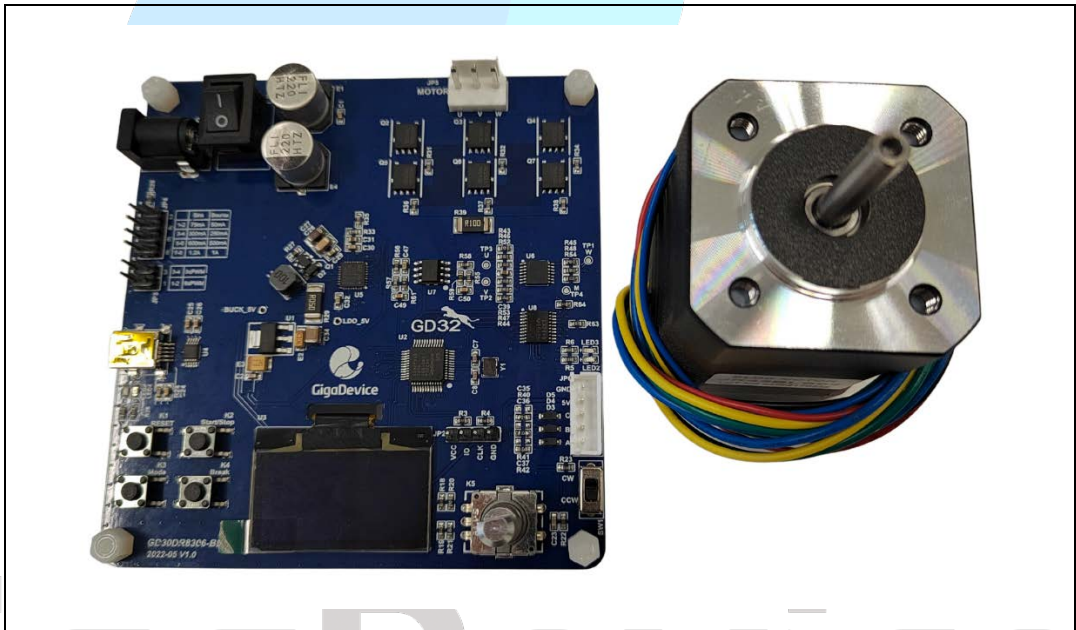
下面步骤描述了 GD30DR8306-BLDC 板的快速连接方式，以演示 Demo 板驱动电机转动的操作。有关其他更详细的说明，请参阅用户指南的其他部分。

3.1. 所需设备

在演示电机驱动中 Demo 板需要以下设备：

1. 直流电源 24V/3A;
2. 电机驱动板，型号为 GD30DR8306-BLDC-V1.0;
3. JK42BLS02 电机。

图 3-1 Demo板及BLDC电机实物图



3.2. 快速连接

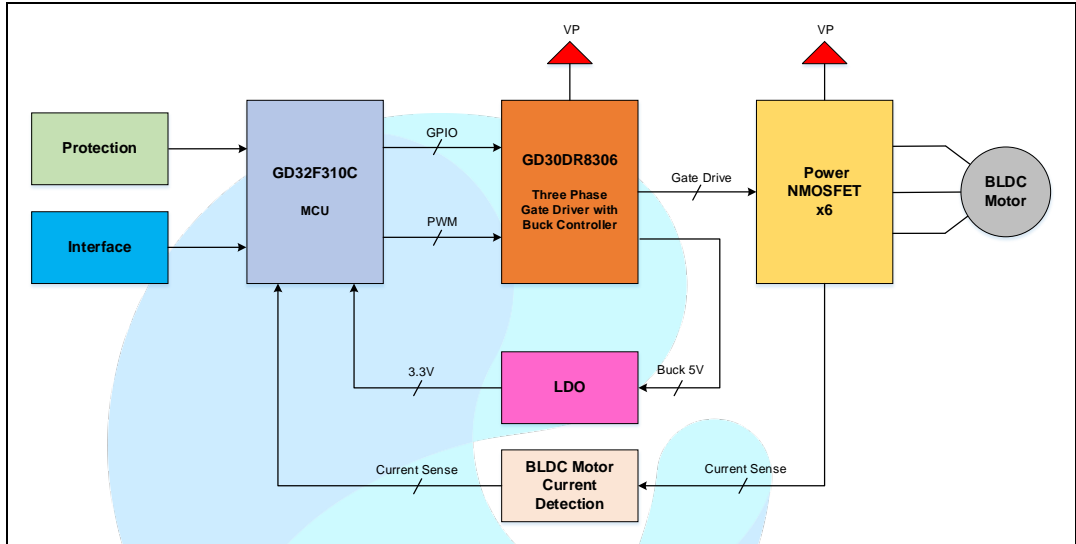
3.2.1. BLDC Demo 硬件连接

- 连接电机和驱动板：电机三相线接到驱动板 JP5（电源线），霍尔传感器信号线接到驱动板 JP6;
- 连接 24V 电源适配器到驱动板 CN1，将 24V 适配电源连接到单相市电。通过切换 JP1 即可给驱动板供电。

4. 硬件设计概述

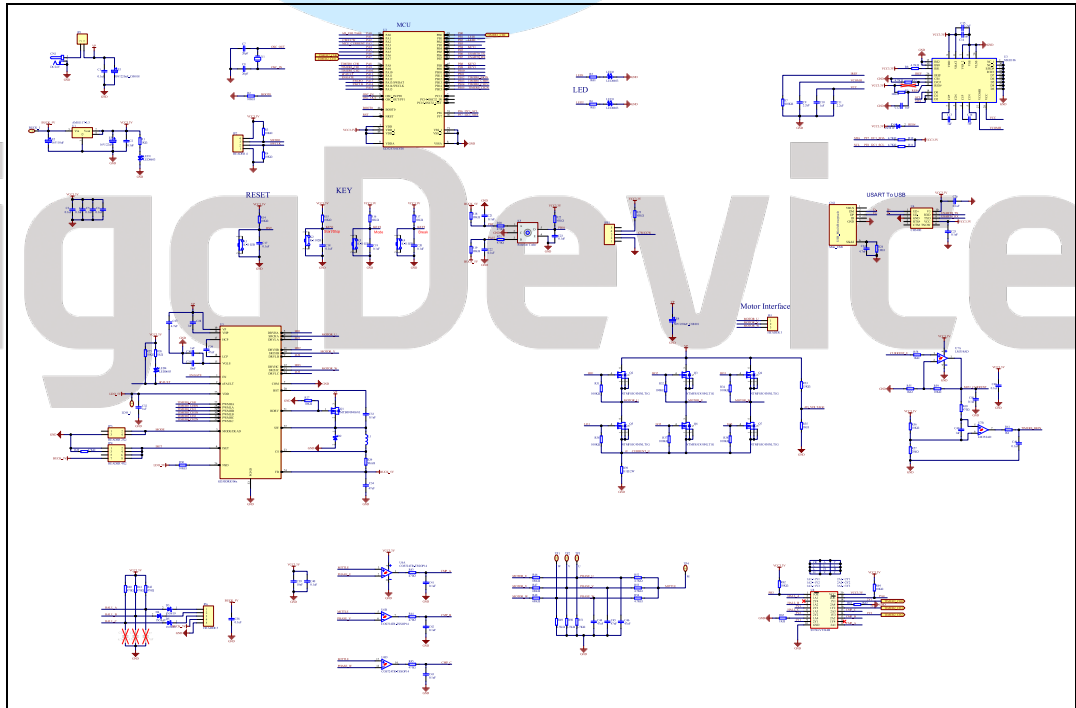
4.1. 系统框图

图 4-1 GD30DR8306-BLDC系统组成框图



4.2. Demo 板原理图

图 4-2 MCU及外设原理图

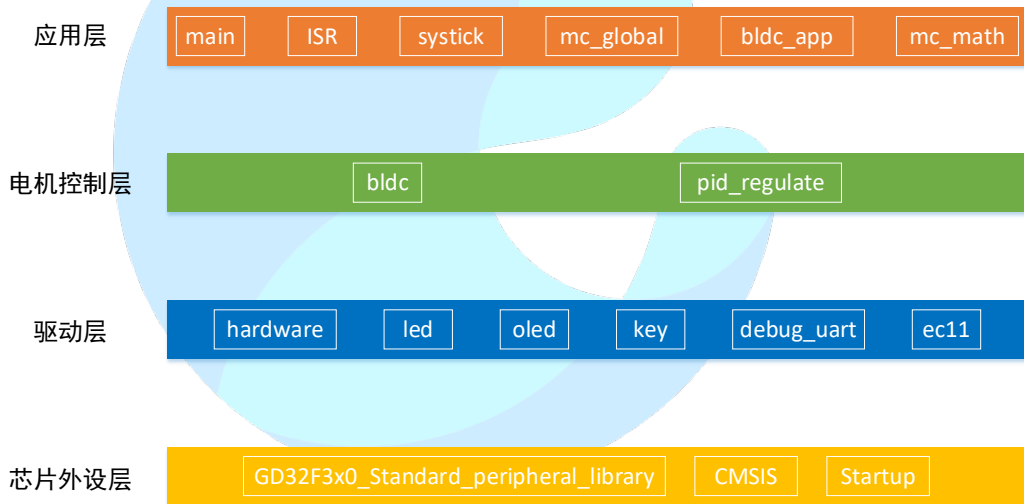


5. Demo 使用指南

5.1. GD30DR8306 BLDC 软硬件架构

GD30DR8306_BLDC Demo 板软件分为应用层、电机控制层、驱动层和芯片外设层，如下：

- **应用层：**包括 main 主函数模块，ISR 中断处理函数模块，bldc 应用接口模块，math 数据处理模块等；
- **电机控制层：**包括 bldc 算法模块和 pid_regulate 算法模块；
- **驱动层：**包括 hardware（硬件驱动配置）模块，led（led 灯）模块，oled（液晶显示）模块，key（按键）模块，debug_uart（调试）模块，ec11（旋钮编码）模块；
- **芯片外设层：**包括 GD32Fx0_Standard_peripheral_library（GD 芯片固件库）等。



硬件层

GD芯片

硬件平台

BLDC电机

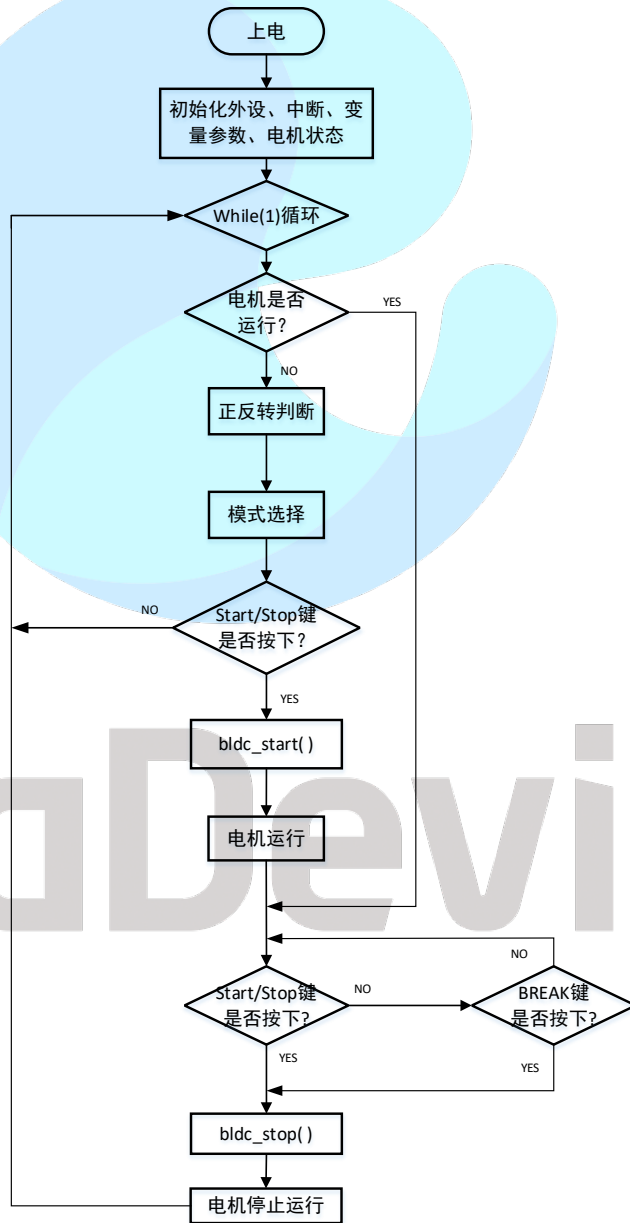
Gigadevice

5.2. 主程序流程

主程序流程如 [图 5-1 主程序流程图](#) 所示，电路板上电后，首先进行外设配置初始化、变量参数初始化等。

接着电机进入 while(1) 循环中，首先判断电机的运行状态，当电机不在运行状态时，可以选择转动方向和运行模式，当电机在运行状态时，可通过启动/停止按键使电机停转，也可通过急停 Break 按键使电机停转。

图 5-1 主程序流程图



5.3. 中断处理

gd32f3x0_it.c 文件中是各种中断的服务程序，主要使用了 SYSTICK 中断、TIMER0 中断、TIMER2 中断、ADC 中断和 EXTI 中断，其架构图如 [图 5-2 中断架构图](#)。

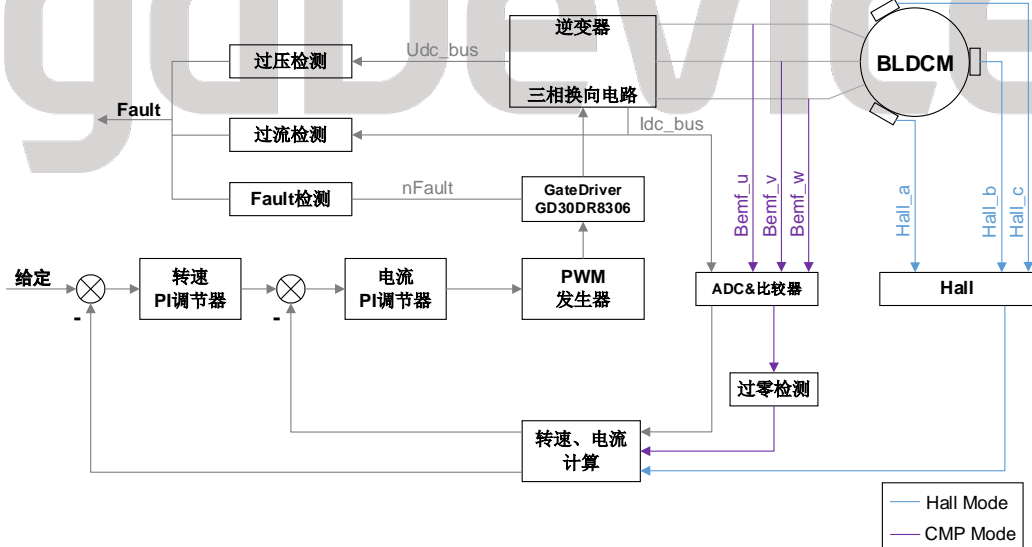
图 5-2 中断架构图



5.4. 转速电流双闭环控制系统

BLDC 的双闭环控制系统，如 [图 5-3 BLDC 转速电流双闭环控制系统框图](#) 所示。将转速调节器的输出作为电流调节器的输入，电流调节器的输出作为 PWM 占空比输入。PWM 输出三相电压，改变电枢电压从而实现对转速的控制。其中转速调节器是调速系统中的主导调节器，它使得动态时电机转速跟随其给定值而变化，稳态时转速无静差或尽可能的小，转速调节器对负载起抗扰作用，其输出决定流过电机电流的大小，电流调节器使电机电流紧紧跟随其给定值（转速调节器输出）而变化。

图 5-3 BLDC 转速电流双闭环控制系统框图



5.5. 电机控制状态机

5.5.1. 状态切换

图 5-4 GD30DR8306 BLDC 状态机

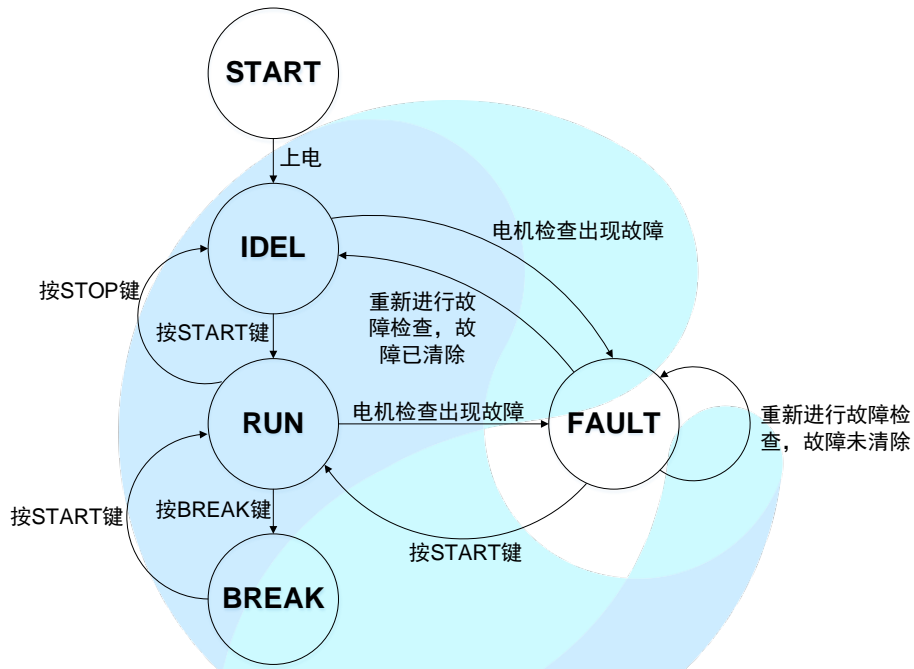


表 5-1 各状态起始状态、切换条件及执行代码

起始状态	结束状态	切换条件	执行代码
START	IDLE	上电	hardware_config();oled_init();oled_logo(); key_init(); led_init(); utils_sample_init(); pid_parameter_init(&speed_pid,&speed_pid_init); pid_parameter_init(¤t_pid,¤t_pid_init);state = MC_STATE_IDLE
IDLE	RUN	按下 START/STOP 按键	bldc_fault=FAULT_NONE;oled_clear(7); bldc_start(); state = MC_STATE_RUNNING
	FAULT	出现电压故障（过压/欠压）或 8306 故障	bldc_motor_check(); state = MC_STATE_FAULT
RUN	FAULT	出现电压故障（过压/欠压）、电流故障（过流）或 8306 故障	bldc_motor_check() state = MC_STATE_FAULT
	BREAK	按下 BREAK 按键	bldc_stop();oled_clear(7); control_parameter_clear(); state = MC_STATE_BREAK
	IDLE	按下 START/STOP 按键	bldc_fault=FAULT_NONE;bldc_stop(); control_parameter_clear();

			state = MC_STATE_IDLE
FAULT	FAULT	重新进行故障检查，故障未消除	bldc_motor_fault_recheck(); state = MC_STATE_FAULT
	IDLE	重新进行故障检查，故障已消除	bldc_motor_fault_recheck(); bldc_fault=FAULT_NONE; state = MC_STATE_IDLE
	RUN	按下 START/STOP 按键	bldc_fault=FAULT_NONE;oled_clear(7); bldc_start(); state = MC_STATE_RUNNING
BREAK	RUN	按下 START/STOP 按键	bldc_fault=FAULT_NONE;oled_clear(7); bldc_start(); state = MC_STATE_RUNNING

5.5.2. 模式切换

图 5-5 GD30DR8306 BLDC 模式切换

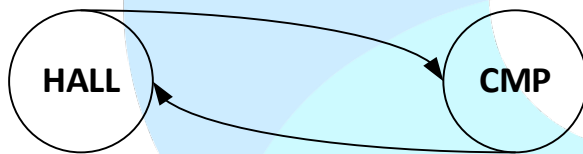


表 5-2 模式起始状态、切换条件及执行代码

起始状态	结束状态	切换条件	执行代码
HALL	CMP	在 OLED 屏显示 HALL 模式且电机不在 Running 状态下按 MODE 键	control_mode_config() gpio_bit_reset(GPIOB, GPIO_PIN_3) gpio_bit_set(GPIOA, GPIO_PIN_4)
CMP	HALL	在 OLED 屏显示 CMP 模式且电机不在 Running 状态下按 MODE 键	control_mode_config() gpio_bit_reset(GPIOA, GPIO_PIN_4) gpio_bit_set(GPIOB, GPIO_PIN_3)

5.5.3. 正反转切换

图 5-6 GD30DR8306 BLDC 正反转切换

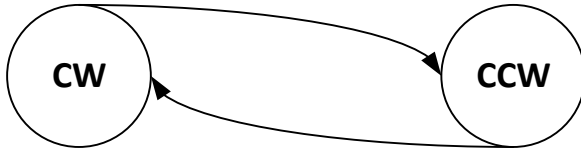


表 5-3 正反转起始状态、切换条件及执行代码

起始状态	结束状态	切换条件	执行代码
CW	CCW	电机不在 Running 状态下调 SW 至 CCW 位置	direction=DIRECTION_CCW
CCW	CW	电机不在 Running 状态下调 SW 至 CW 位置	direction = DIRECTION_CW

5.6. HALL 模式运行过程

在 HALL 模式运行过程中，主要使用了如下模块：

- **TIMER0:** TIMER0_CH0/CH1/CH2、TIMER0_CH0N/CH1N/CH2N 分别控制六个功率开关导通。TIMER0 更新事件触发 ADC 注入组采样，采集母线电流，用于电流环电流检测。
- **TIMER2:** TIMER2_CH0/CH1/CH2 接到三路霍尔传感器，同时 TIMER2 配置为 HALL 模式，该模式下三路霍尔信号异或后的结果触发 TIMER2 换向中断，并在中断中进行换向。同时在 TIMER2 中断中根据两次换向之间的时间差测速。
- **ADC:** ADC 规则组采集母线电压；注入组采集母线电流，作为电流环反馈值。
- **DMA:** 传递 ADC 规则组采样数据。
- **SYSTICK:** SYSTICK 中断中，将 EXTI 中断中得到的速度参考值等效转换成转速环给定值，并进行系统状态检查。
- **EXTI:** 根据旋钮编码器的输入信号，调整转速参考值。

5.7. CMP 模式运行过程

CMP 模式下，三个比较器的输入端分别为三相反电动势和中性点。通过改变驱动芯片 SN74LVT244B 控制引脚，将驱动器输入选择为比较器输出、驱动器输出接到 TIMER2_CH0\CH1\CH2 引脚上。其余控制过程与 HALL 模式几乎完全一样。

在 TIMER2 中断中，通过函数 `comparator_commutation_delay(int32_t min_speed, int32_t max_speed, int32_t delay_min, int32_t delay_max)` 实现从比较器信号变化到换向之间的延时，受分压电阻网络和比较器部分电路的电容滤波影响，随着转速的升高，信号的滞后性也逐渐增

大，因此换向的延时时间和转速是负相关的，转速越高，程序中的延时应该越小，该函数表示转速从 `min_speed` 到 `max_speed` 变化时，换向的延时时间从 `delay_max` 减小到 `delay_min`。

5.8. 相关参数介绍

当更换 MCU 或者硬件电路进行代码移植时，除了改变代码中驱动部分引脚相关宏定义以外，还需要根据 MCU 的特性对代码进行修改，例如 GD32F3X0 系列芯片只有一个 ADC 模块，GD32F30X 系列芯片有多个 ADC，另外不同的 MCU 的中断处理函数的名称也可能不同。

在更换电机后，代码也需要根据电机的特性来进行修改和调试。下文将介绍除芯片硬件引脚配置以外，其他电机控制时，需要调节的参数。主要分为几大类：BLDC 控制系统、电机状态检查、速度环 PID、电流环 PID、电机启动阶段控制、HALL 模式运行换向表等等。

BLDC 控制系统相关参数如[表 5-4 控制系统相关参数](#)所示，需要根据被控电机和 MCU 进行调整，MAX_SPEED 主要是在 CMP 模式中使用，防止转速计算出错。

表 5-4 控制系统相关参数

参数	含义
NUMBER_OF_PAIRS	电机极对数
MAX_SPEED	电机最高转速
SYSTEM_FREQUENCY	系统时钟频率
PWM_FREQUENCY	PWM 频率

电机状态检查相关参数如[表 5-5 电机状态检查相关参数](#)所示，当电机的母线电压、电流在设置的阈值以外时，系统将会显示相应的故障状态。需要根据硬件电路和电机参数对 INPUT_VOLTAGE_MIN、INPUT_VOLTAGE_MAX 和 INPUT_CURRENT_MAX 参数进行调整，以保障系统安全。

表 5-5 电机状态检查相关参数

参数	含义
INPUT_VOLTAGE_MIN	母线电压最小值（单位 V）
INPUT_VOLTAGE_MAX	母线电压最大值（单位 V）
INPUT_CURRENT_MAX	母线电流最大值（单位 mA）

速度环 PID 设置相关参数如[表 5-6 速度环 PID 相关参数](#)所示，`speed_pid_init` 中的 `Kp`、`Ki` 等参数需要跟随电机和硬件的改变而调整，速度环的输出是电流环的电流参考值，为了保证电机的正常运行，`current_reference_max` 一般设置为电机额定电流或者稍大一点的数值。

表 5-6 速度环 PID 相关参数

参数	含义
<code>speed_pid_init</code>	速度环 PID 参数初始值

电流环 PID 设置相关参数如[表 5-7 电流环 PID 相关参数](#)所示，`current_pid_init` 中的 `Kp`、`Ki` 等参数需要跟随电机和硬件的改变而调整，速度环输出是电流环的给定电流，`max` 不宜过大，避免电机损坏。电流环的输出是 PWM 的占空比，`max` 和 `min` 一般设置为 99 和 1，不需要修改。

表 5-7 电流环 PID 相关参数

参数	含义
current_pid_init	电流环 PID 参数初始值

电机启动阶段控制相关参数如表 5-8 电机启动阶段控制相关参数所示，对于 HALL 模式，在电机静止时就可以得到电机当前的位置信息，因此可以直接启动，启动相关参数对 HALL 模式影响不大。CMP 模式运行时，需要先预定位、外同步加速，电机达到一定转速时才能得到稳定的比较器输出信号，然后切换到转速闭环。外同步加速过程有三个至关重要的参数，sensorless_start_delay_init、sensorless_start_delay_final 和 sensorless_start_total_cnt，两次换向之前的延迟时间从 sensorless_start_delay_init 减小到 sensorless_start_delay_final（每次换向一次，减小 1ms），然后一直保持不变，直到换向次数等于 sensorless_start_total_cnt，切换到转速闭环，并且将 bldc_startsuccess_flag 标志置 1。在启动阶段是只有电流闭环的，调节 current_reference_init 和 current_pid_init 参数可以改变启动阶段的带载能力。这些参数的合理性，会使电机启动时切换的更加平滑与稳定

表 5-8 电机启动阶段控制相关参数

参数	含义
duty_set_init	占空比初始值
current_reference_init	启动时，电流环参考初始值
sensorless_start_delay_init	CMP 模式：启动时，两次换向之间的初始延迟时间(单位为 ms)
sensorless_start_delay_final	CMP 模式：两次换向之间的最小延迟时间(单位为 ms)
sensorless_start_total_cnt	CMP 模式：启动阶段，换向总次数
detectsuccess_total_cnt	CMP 模式：启动阶段正确检测到换向的总个数
bldc_detectsuccess_flag	CMP 模式：换向点检测正确标志位
bldc_startsuccess_flag	CMP 模式：启动成功标志位
bldc_speedpid_flag	速度闭环加入标志位
cmp_filter_cnt	反电动势滤波参数

HALL 模式运行换向表 5-9 HALL 模式运行换向表所示，HALL 位置模式的 hall_table 表在更换电机后可能需根据霍尔传感器的安装位置进行适当修改。

表 5-9 HALL 模式运行换向表

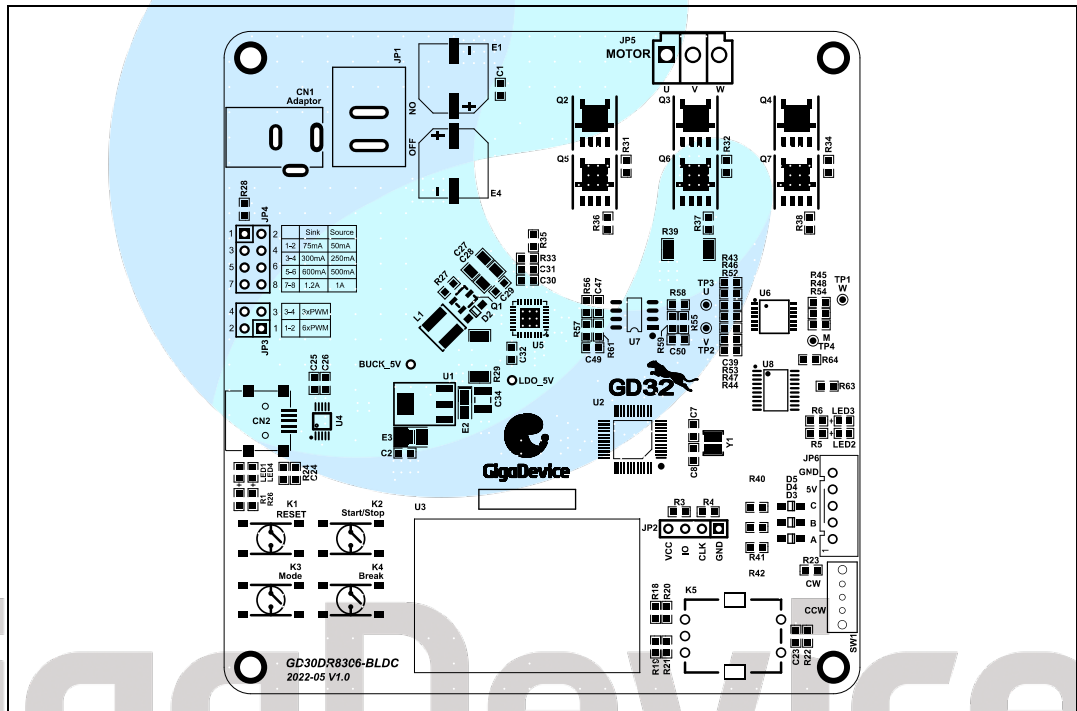
参数	含义
hall_table[direction][hall_state]	霍尔模式换向表

6. Board Layout

GD30DR8306-BLDC 电机驱动板采用 4 层 PCB 设计，整体尺寸为 110.0mm x 85.0mm。其设计易于组装、测试， Motor Driver (GD30DR8306x) 位于板子逆变器驱动及 MCU 主控之间，UVW 三相输出信号线尽量使用宽走线和区域铺铜减少高电流路径的压降，增大信号的载流能力。GD30DR8306x 中间散热焊盘建议扇出地过孔 (3 (行) x3 (列)、20milx12mil)，以帮助芯片散热。此外，VP、VHP、VDD、BSTx 等电源滤波电容建议靠近芯片引脚放置，以减少因走线过长而引入的噪声干扰。Demo 板布局和结构允许快速连接，并预留测试点以进行评估。

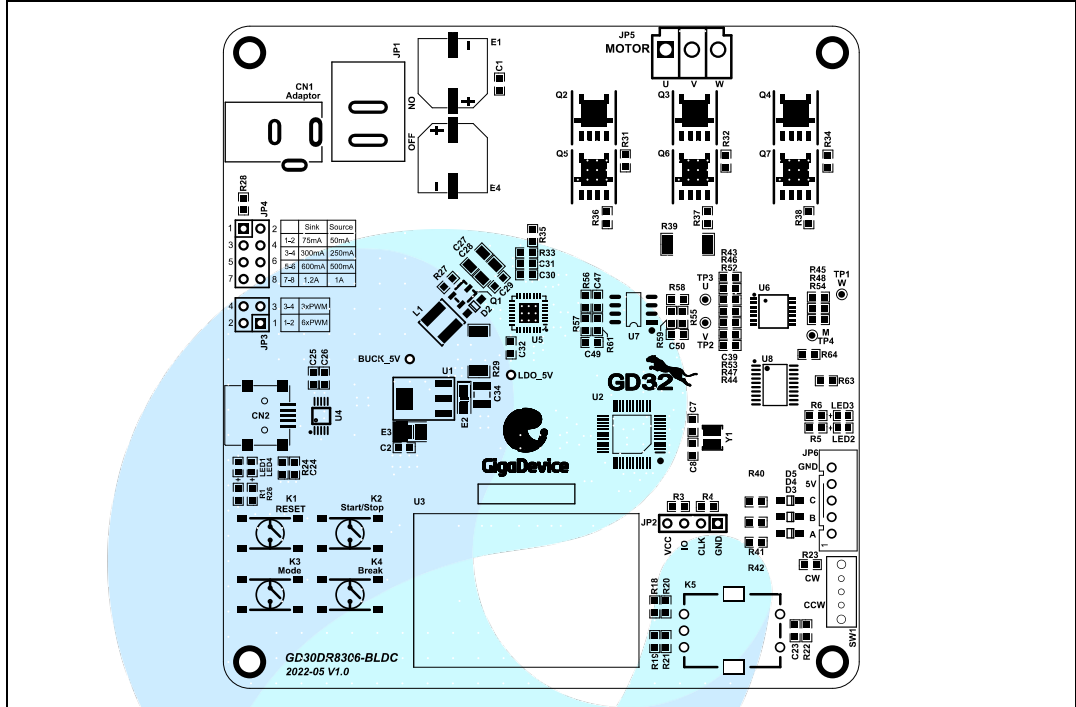
6.1. Top Overlay

图 6-1 GD30DR8306 BLDC Top Overlay



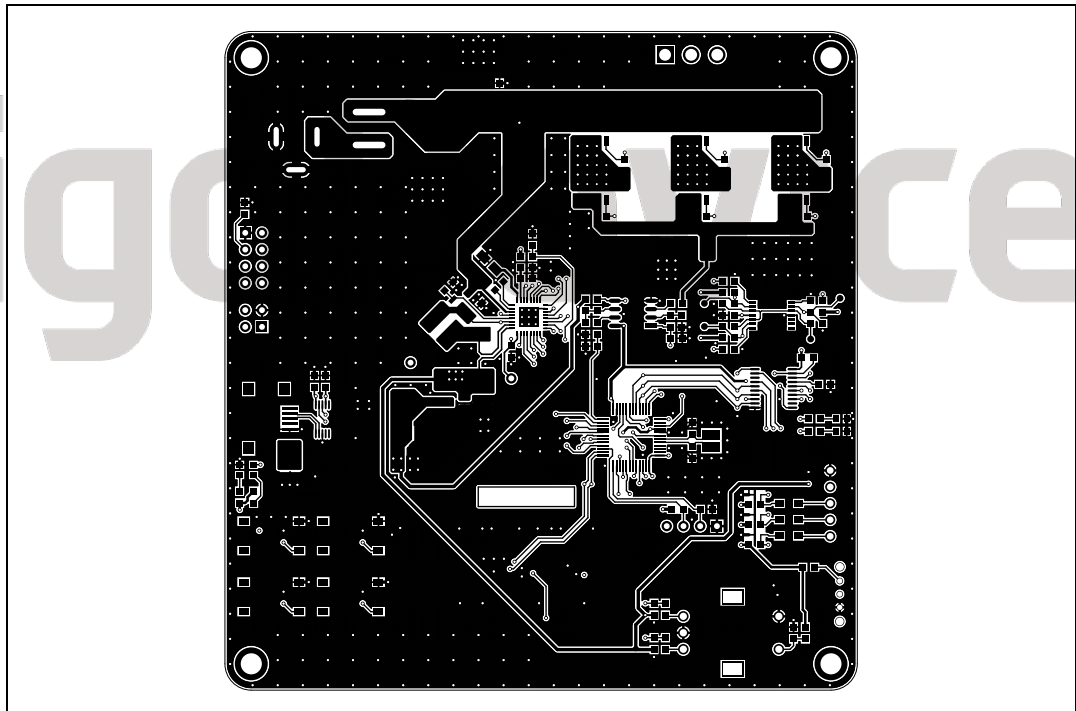
6.2. Bottom Overlay

图 6-2 GD30DR8306 BLDC Top Overlay



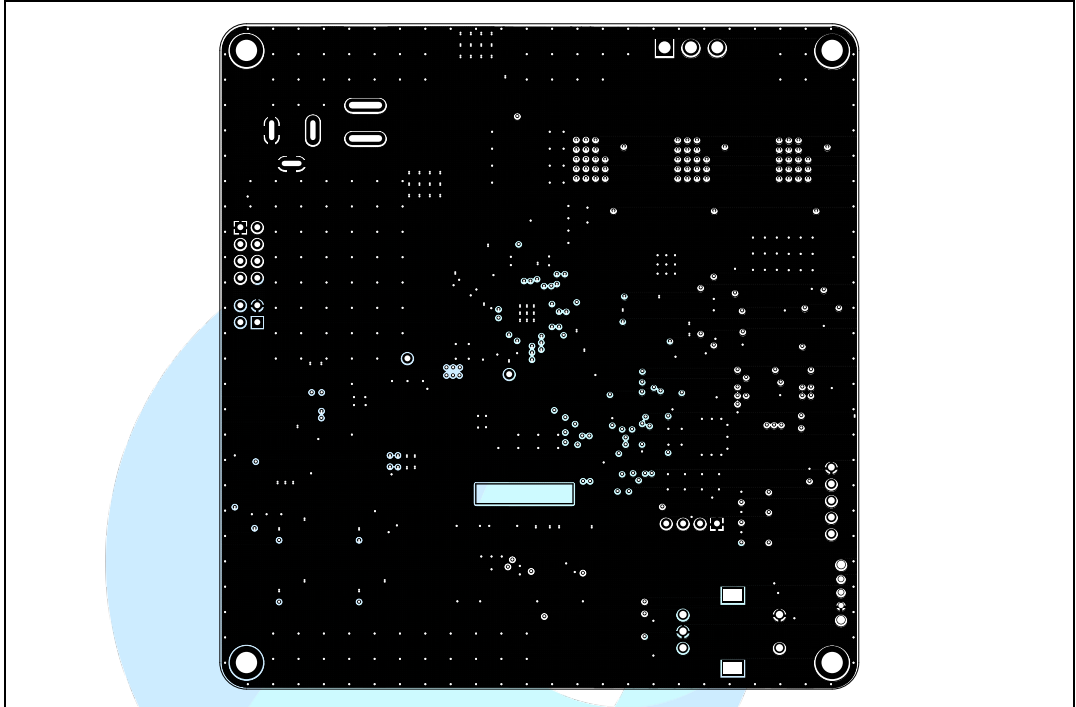
6.3. Top Layer

图 6-3 GD30DR8306 BLDC Top Layer



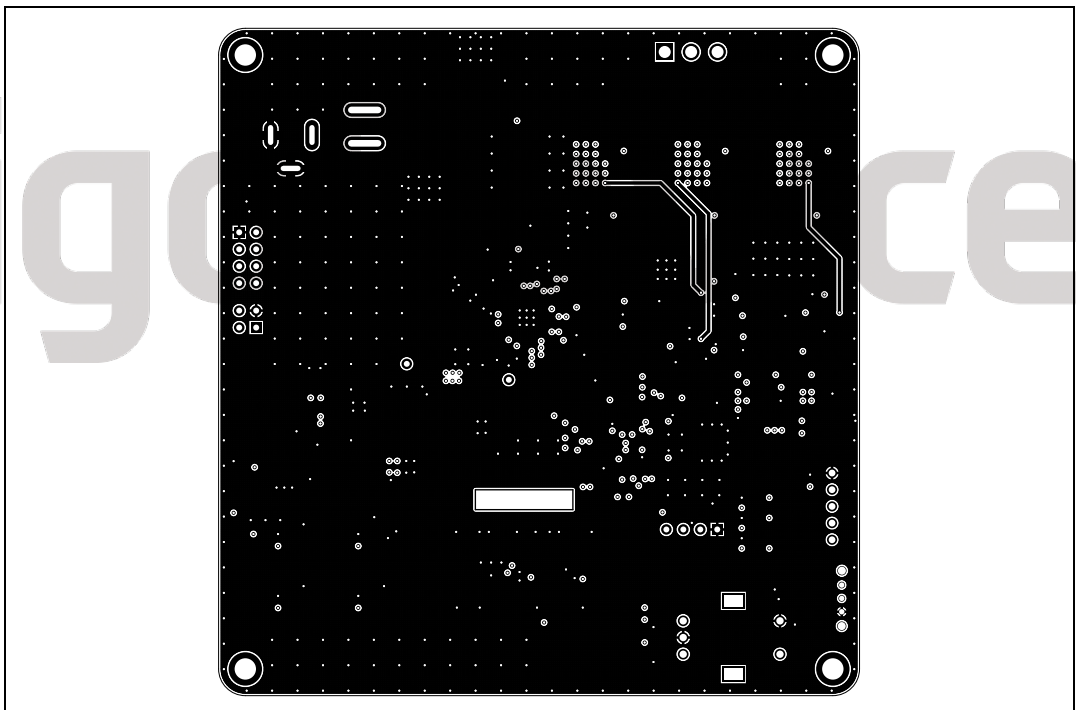
6.4. Layer2

图 6-4 GD30DR8306 BLDC GND02



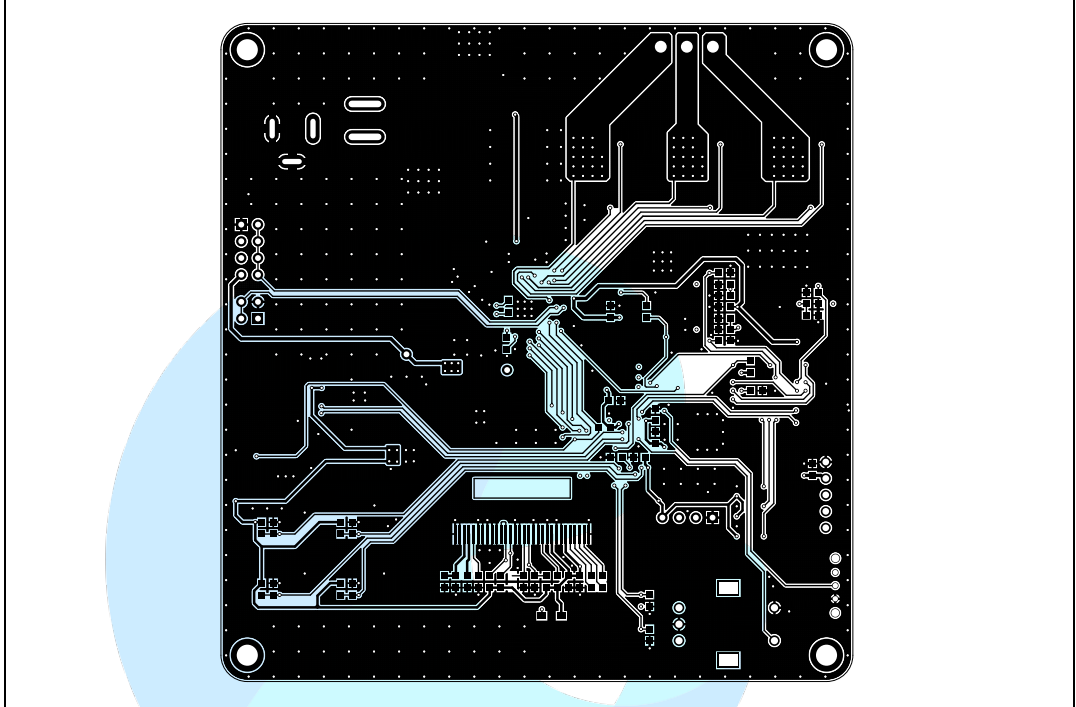
6.5. Layer3

图 6-5 GD30DR8306 BLDC GND03



6.6. Bottom Layer

图 6-6 GD30DR8306 BLDC Bottom Layer

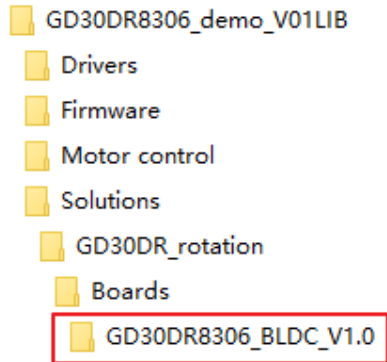


GigaDevice

7. 软件程序

GD30DR8306-BLDC Demo 板配套演示软件程序名 GD30DR8306_BLDC_demo_V01LIB,文件结构如下:

图 7-1 例程文件结构



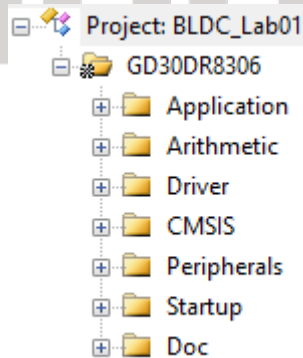
- Drivers: 外设驱动, 如 gpio.c、adc.c
- Firmware: 内核驱动及 MCU 固件库, 如 CMSIS、GD32F3x0_standard_peripheral
- Motor Control: 电机控制相关, 如 pid.lib、bldc.lib、mc_math.c
- Solution: 应用层软件代码, 如 main.c, gd32f3x0_it

GD30DR8306-BLDC Demo 软件程序是基于 keil MDK-ARM 5.28 uVision5 创建, 在使用过程中需要注意以下几点:

1. 使用 Keil uVision5, 需要安装 GigaDevice.GD32F3x0_DFP, 已加载相关文件;
2. 在 GD30DR8306_BLDC_V1.0 文件目录下找到 BLDC_Lab01 工程文件, 并双击打开。

启动 Keil uVision5 之后, 工程目录如下:

图 7-2 工程目录结构



- Applications: 相关应用层代码

- Arithmetic: bldc.lib、pid_regulate.lib
- Driver: 外设驱动代码
- CMSIS: 内核驱动
- Peripherals: MCU 外设固件库
- Startup: MCU 启动代码
- Doc: readme.txt

更多详细信息，请阅读 GD30DR8306_BLDC_demo_V01LIB 相关源代码。



GigaDevice

8. 电机参数

Demo 板配套使用常州精控电机 JK42BLS02 型号 BLDC 电机。接线顺序为三相绕组：U(黄)V(绿)W(蓝)，HALL 端子：+5V(红)GND(黑)A(黄) B(绿)C(蓝)。

表 8-1 BLDC 参数表

型号	JK42BLS02
极数	8 极
相间电阻	0.73Ω
额定电压	DC24V
额定转矩	0.125N·M
额定转速	4000±10% RPM
空载转速	5800±10% RPM
空载电流	0.45 Amps Max
输出功率	52.5W
反电动势常数	4.1V/kRPM
转矩常数	0.04 N·M/A
绝缘等级	Class B
绕组连接方式	三角形

更多关于 BLDC 电机的资料可以查看 JK42BLS02 的 SPEC 文件。

GigaDevice

9. 版本历史

表 9-1 版本历史

版本号	Description	Date
1.0	初始发布版本	2022 年 11 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.