

---

**GigaDevice Semiconductor Inc.**

**GD32231C\_BLDC Demo 板**  
**用户手册**  
**V1.0**

**G i g a D e v i c e**

# 目录

## 目录

目录.....	1
表.....	2
1 简介.....	3
2 Demo 板特性.....	3
3 功能引脚分配.....	3
4 入门指南.....	4
5 Demo 板硬件设计概述.....	4
5.1 电源 DC-DC 电路.....	4
5.2 主控 MCU 电路.....	5
5.3 数码管控制电路.....	6
5.1 驱动电路.....	6
5.2 内置运放外围电路.....	7
5.3 比较器和反电动势采样电路.....	8
5.4 其他控制电路.....	8
5.5 PCB LAYOUT.....	9
5.6 接插件描述.....	11
5.7 Demo 板配件.....	11
6 BLDC 参数.....	12
7 操作指南.....	12
8 注意事项.....	13
9 版本更新历史.....	13

## 表

表 1 MCU 功能引脚分配表.....	3
表 2 接插件功能描述表 .....	11
表 3 Demo 板配件表 .....	11
表 4 BLDC 参数.....	12
表 5 版本更新历史.....	13



G i g a D e v i c e

## 1 简介

基于 GD32E231C8T6 芯片主控的 BLDC Demo 板使用三脚电源接口 DC005 2.1MM 插座提供 24V 电源，该板可通过按键实现 BLDC 电机的操控（模式选择、启停、刹车、切换转向等）等功能，数码管可显示当前电机转速。该板提供 Mini 船型电源开关、SWD 接口、Reset 按键、数码管、手旋可调电位器、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。更多关于 Demo 板的资料可以查看 GD32E231\_BLDC\_V1.0 原理图文件。

## 2 Demo 板特性

- 高性能电机驱动控制芯片 IR2136S 及 N-MOSFET 功率驱动 BLDC 三相绕组电路
- 宽范围输入电压 12-25V，最大电流 3A
- 数码管显示电机运行速度
- 支持有霍尔，无霍尔反电动势模式和无霍尔比较器模式
- 比较器模式使用 GD32E231 内部集成比较器
- 有霍尔和无霍尔模式均可选速度控制、电流控制和占空比控制
- 过压欠压及过流检测保护电路
- 母线电流放大和过流保护电路均使用 GD32E231 内部集成运放
- 线性可调电位器调节转速
- 模式选择、启停、顺时针逆时针转动方向、刹车等功能选择

## 3 功能引脚分配

表 1 MCU 功能引脚分配表

功能	引脚	描述
调速	PA3	ADC
电压检测	PA5	AD_VOLTAGE
电流检测	PA6	AD_CURRENT
温度检测	PA7	TEMP
比较器正相输入	PA1	MITTLE
反电动势采集/比较器反相输入	PA0	U
	PA2	V
	PA4	W
USART	PB6	USART0_TX
	PB7	USART0_RX
TIMER	PA8	TIM0_CH1
	PA9	TIM0_CH2

功能	引脚	描述
	PA10	TIM0_CH3
	PB13	TIM0_CH1N
	PB14	TIM0_CH2N
	PB15	TIM0_CH3N
	PB4	TIM2_CH1
	PB5	TIM2_CH2
	PB0	TIM2_CH3
	PB12	TIM0_BKIN
SWD/过流保护运放输入	PA13	SWDIO/OPA1_N
	PA14	SWCLK/OPA1_P
数码管控制	PA12	HC_SCK
	PA15	HC_RCK
	PB3	HC_DATA
按键	PF6	KEY1
	PB10	KEY2
	PB11	KEY3
LED	PF7	LED1
电流检测运放输入	INPB	OPA2_P
	INNB	OPA2_N
方向控制开关	PB8	CW/CCW

## 4 入门指南

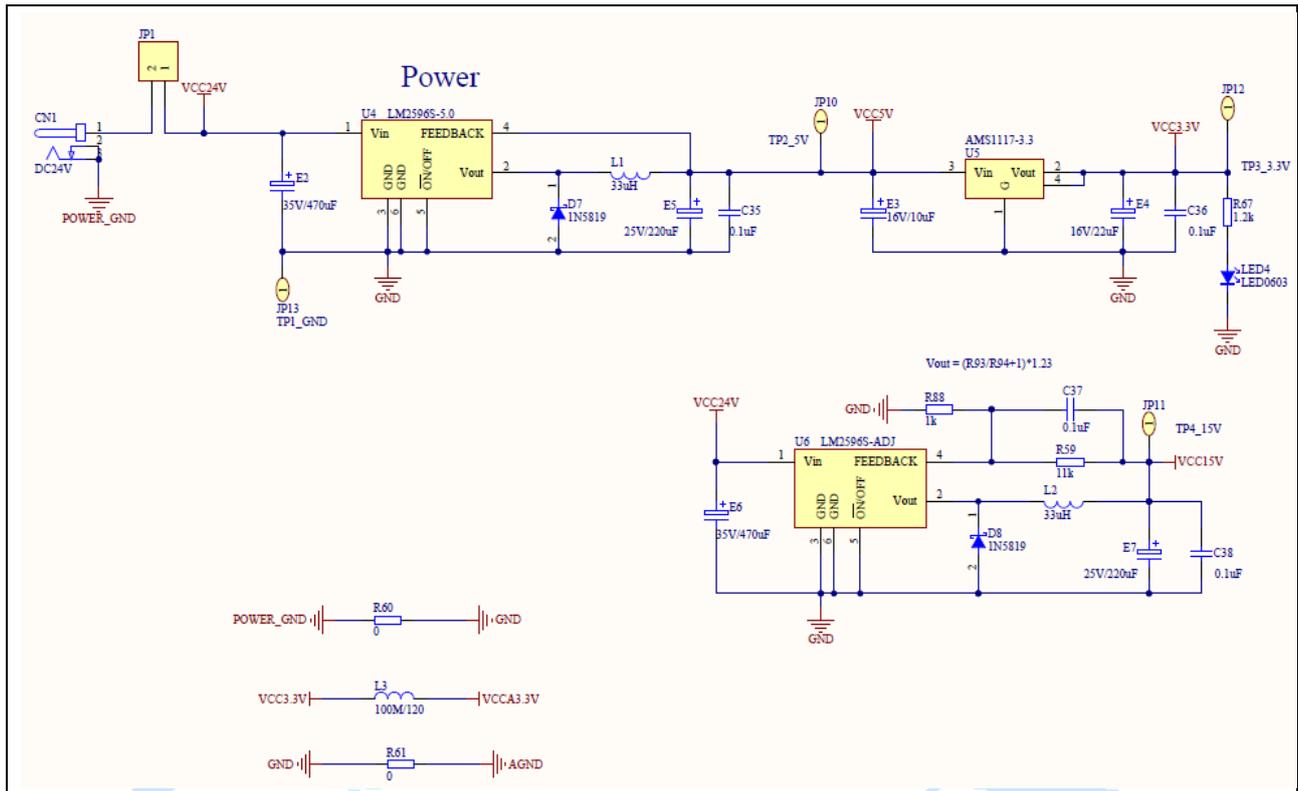
Demo 板使用三脚电源接口提供 24V 电源，通过三个按键来控制电机的运行，数码管显示当前电机转速，该 Demo 板使用 SWD 接口下载程序，需要一套 J-Link 或者使用 GD-Link 工具，在上电打开开关 JP1 后，LED4 将被点亮，数码管显示 0001，表明 Demo 板供电及初始状态正常。

## 5 Demo 板硬件设计概述

该板电路分为电源 DC-DC 电路、主控 MCU 电路、数码管控制电路、驱动电路、内置运放外围电路、比较器和反电动势采样电路、其他控制电路等部分组成。

### 5.1 电源 DC-DC 电路

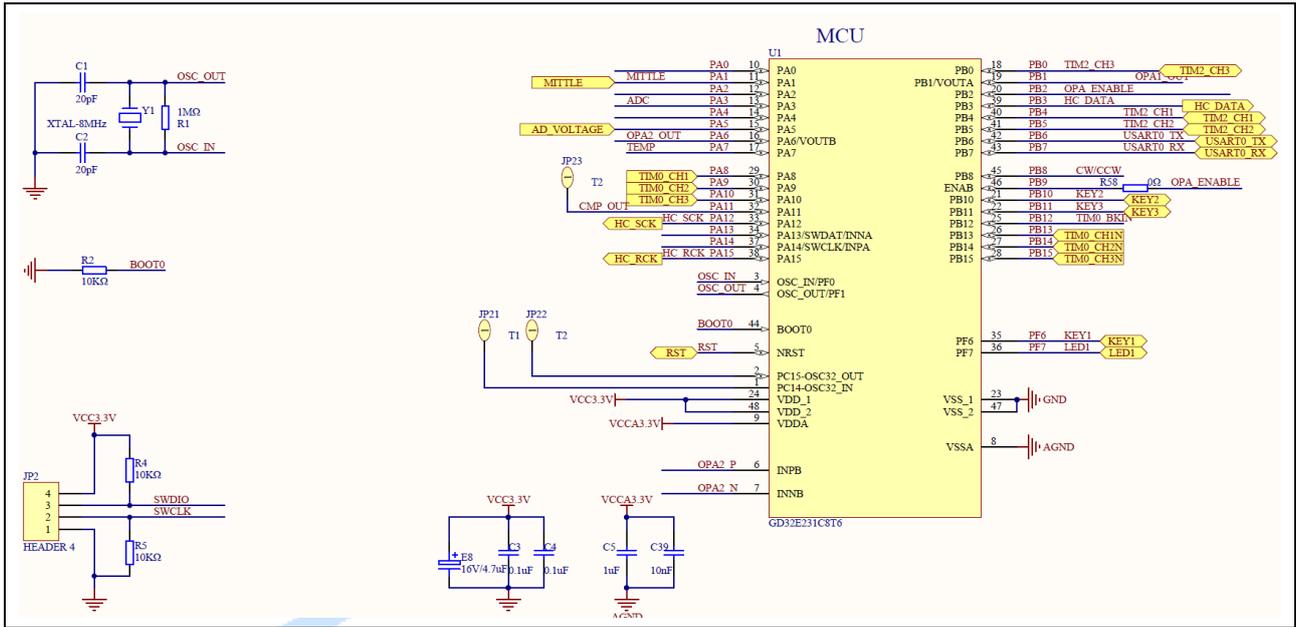
电源采用 24V 供电，一路经过 LM2596S-5.0 转换为 5V，5V 经过 AMS1117-3.3 转换为 3.3V 给 MCU 供电，另一路经过 LM2596S-ADJ 转换为 15V 供给电机驱动电路。



## 5.2 主控 MCU 电路

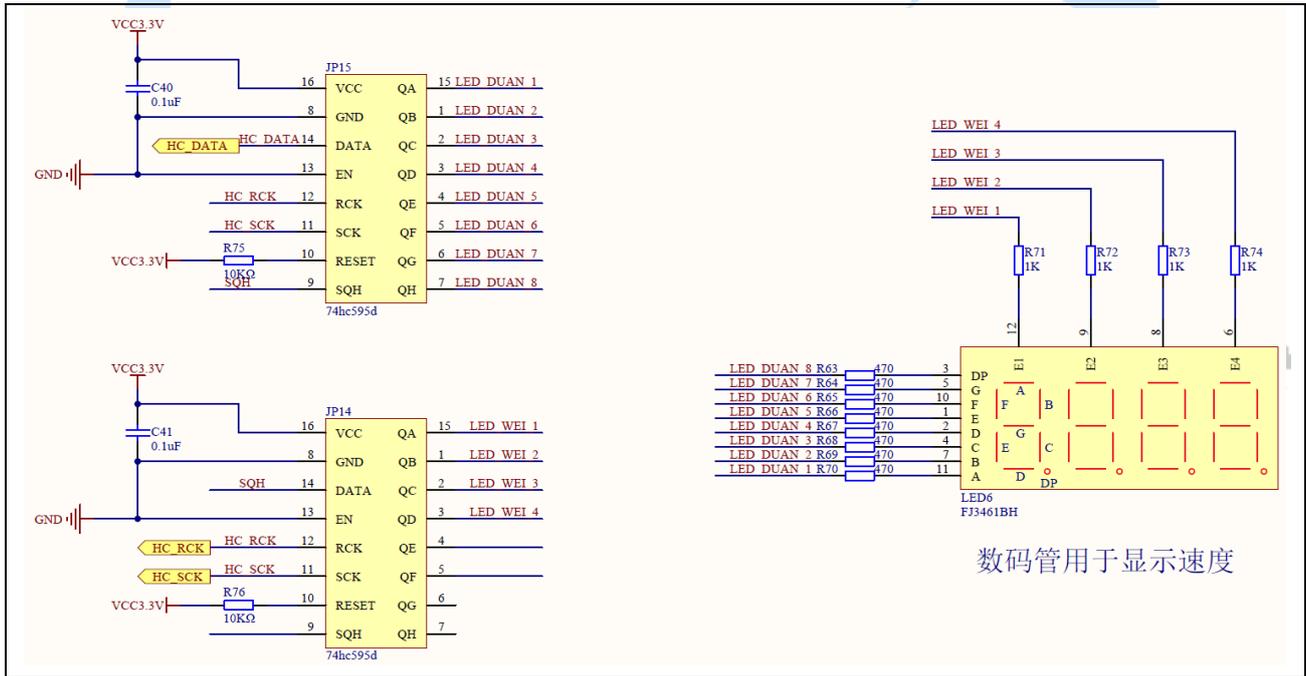
MCU 采用 GD32E231C8T6 芯片，它使用的是 Arm® 最新的 Cortex®-M23 内核，主频更是高达 72MHz，配备了 16KB 到 64KB 的嵌入式闪存及 4KB 到 8KB 的 SRAM，配合内置的硬件乘法器、除法器 and 加速单元，在最高主频下的工作性能可达 55DMIPS，CoreMark® 测试可达 154 分。同主频下的代码执行效率相比市场同类 Cortex®-M0 产品提高 40%，相比 Cortex®-M0+ 产品也提高 30% 以上。同时提供了 1 个支持三相脉宽调制 PWM 输出和霍尔采集接口的 16 位高级定时器和多达 5 个的 16 位通用定时器、1 个 16 位基本定时器，1 个高速轨到轨输入/输出模拟电压比较器，2 个运算放大器，1 个 12 位 2.6M SPS 采样率的高性能 ADC。特别适合电机控制应用。

该部分电路包含外部 8MHz 无源晶振、BOOT 电路、SWD 下载口等。



### 5.3 数码管控制电路

4 位数码管使用 2 块 74HC595 驱动，MCU 使用 3 个 GPIO 进行控制。

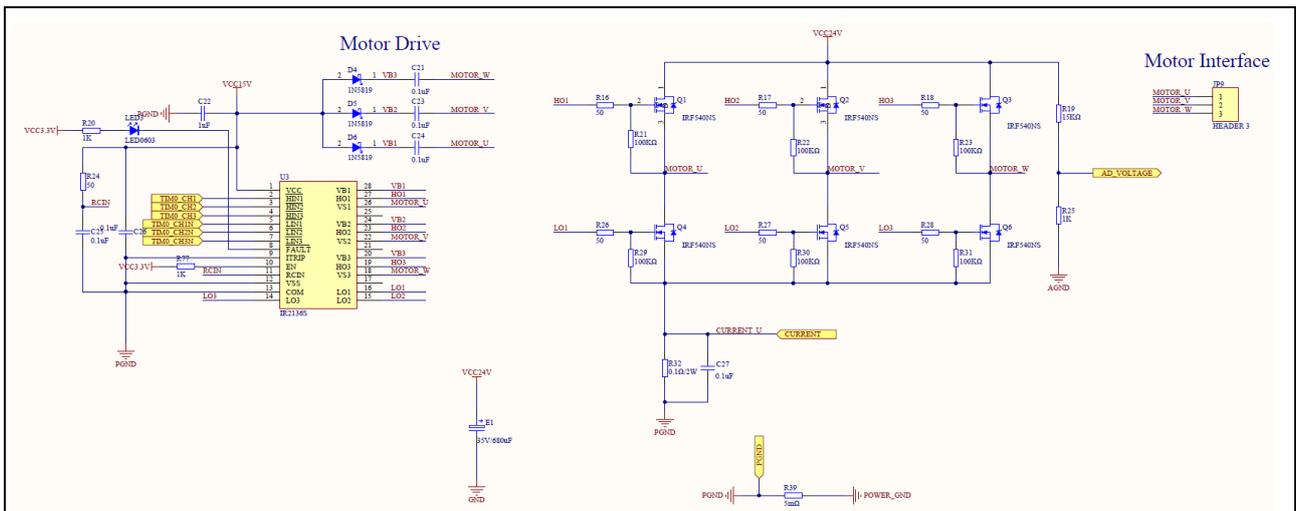


数码管用于显示速度

### 5.1 驱动电路

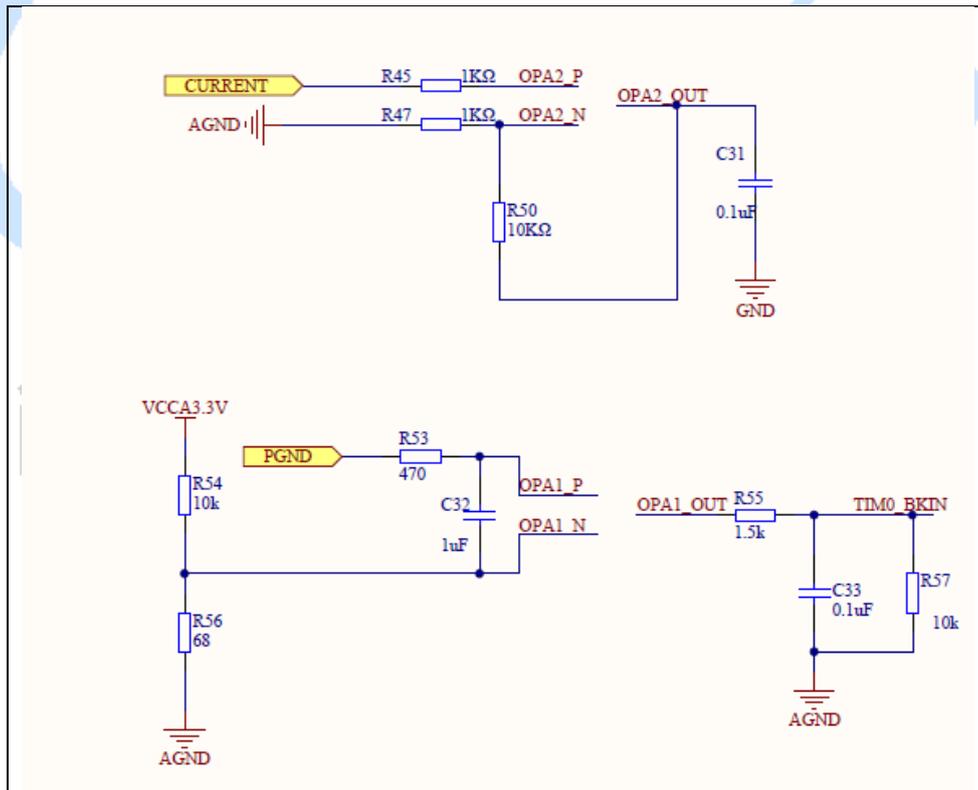
驱动电路可选择为有霍尔或无霍尔两种驱动方式，驱动采用三相桥驱动芯片 IR2136S，高

功率驱动 N-MOSFET 采用 IRF540NS。

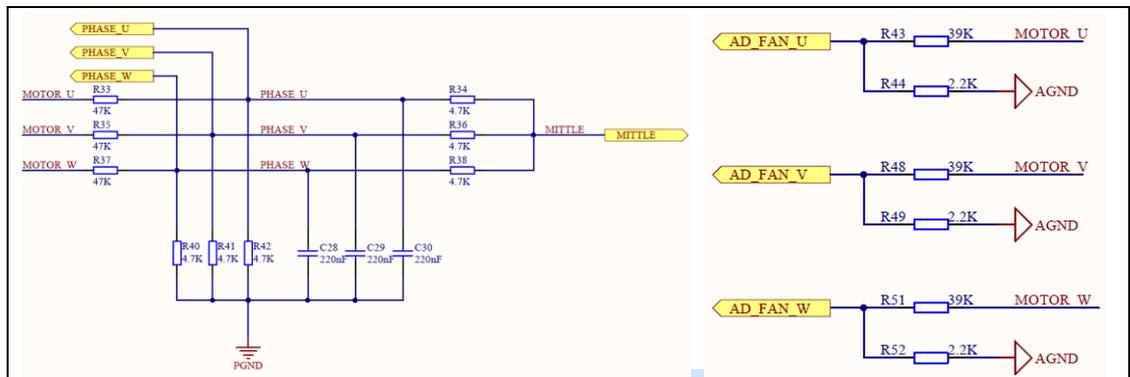


## 5.2 内置运放外围电路

GD32E231 内置两个运放，其中一个用作母线电流放大，另一个用作过流保护电路

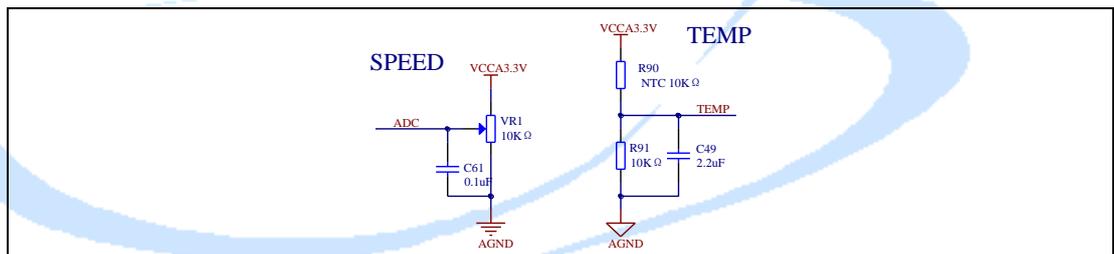


### 5.3 比较器和反电动势采样电路

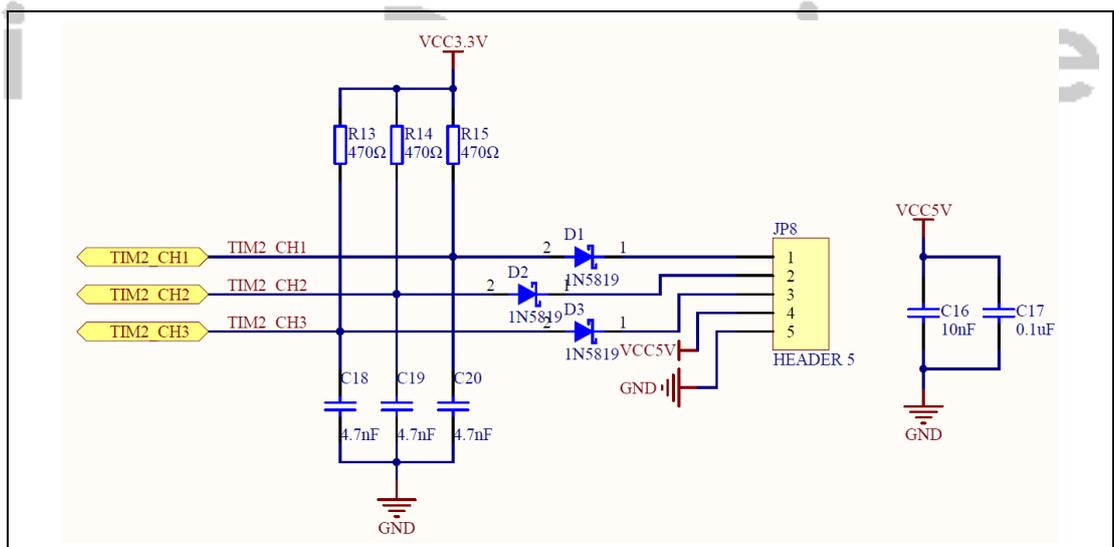


### 5.4 其他控制电路

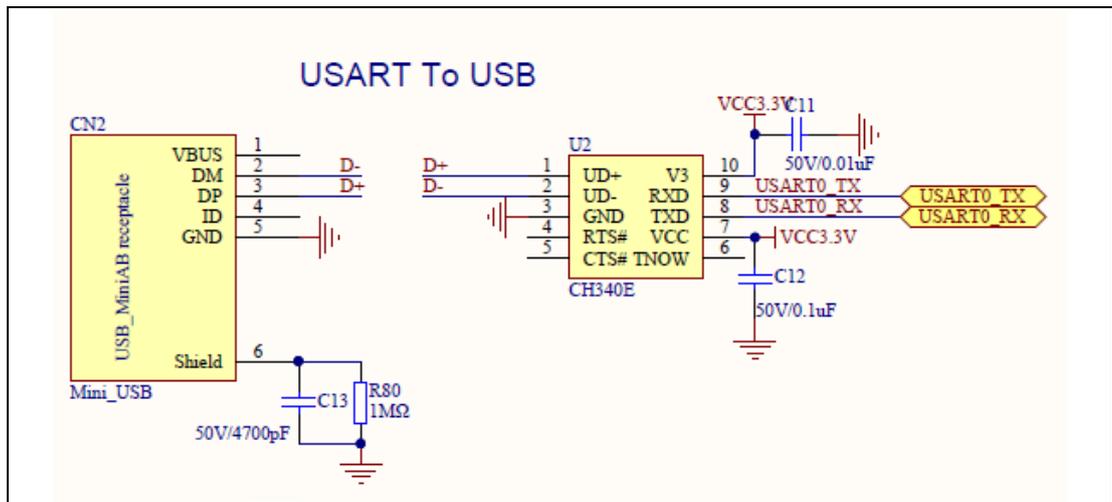
通过手旋式可调电位器实现 BLDC 电机调速，MCU ADC 采集电位器输出电压值。采集 MOS 管外置 NTC 热敏电阻用于温度监测。



霍尔接口电路，通过 R13, R14, R15 和 D1, D2, D3 实现从 5V 转 3.3V 的功能



调试串口电路，通过 CH340 实现 MCU 串口与 PC 通信



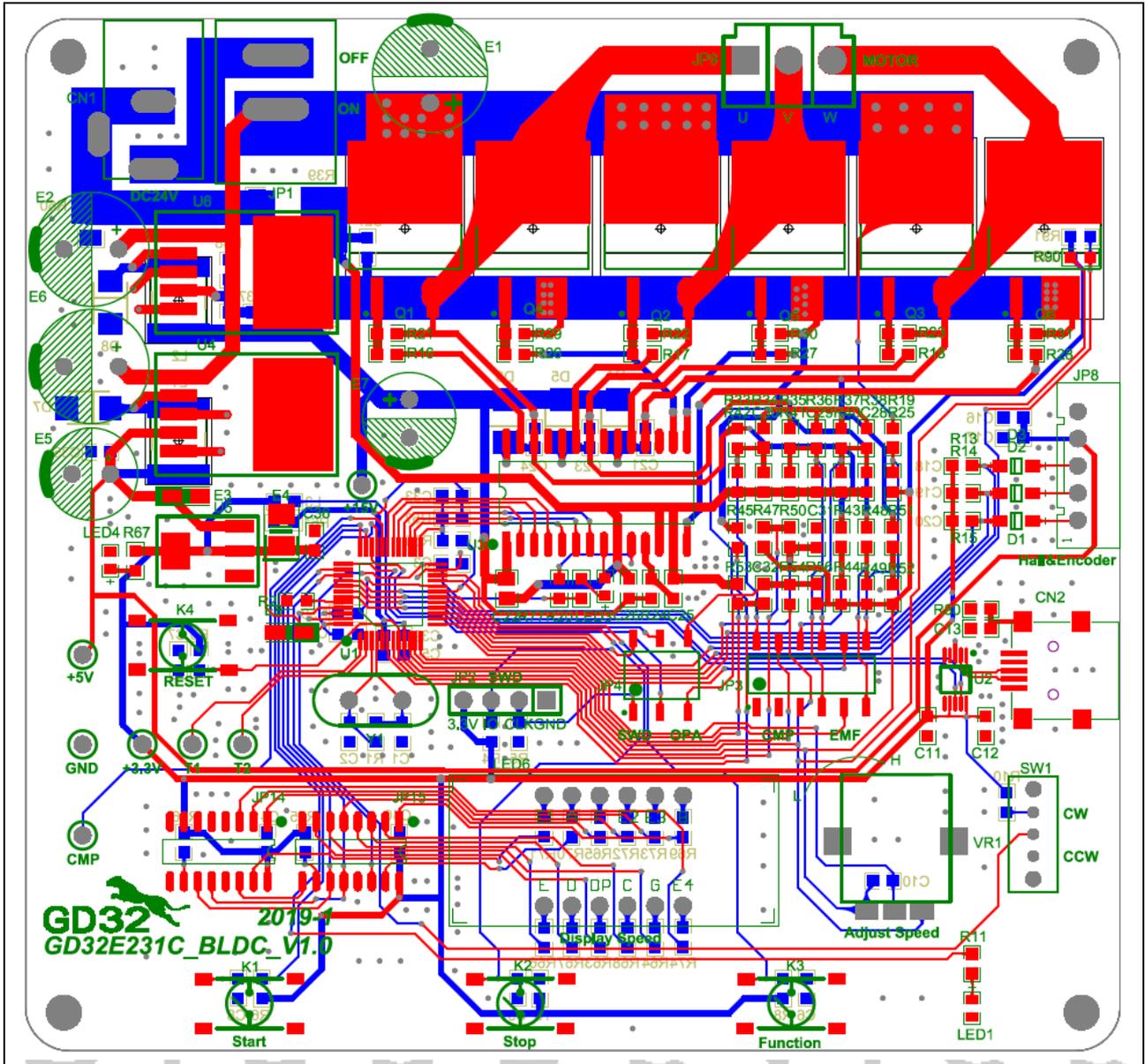
## 5.5 PCB LAYOUT

PCB 板尺寸为：长 125mm\*宽 120mm\*厚 1.6mm。

PCB Layout 时注意以下几点：

- 1、电源、BLDC 驱动和 MCU 控制部分的隔离，特别是各部分 GND 之间的隔离；
- 2、NTC 电阻尽量靠近 MOS 管；
- 3、BLDC 驱动电路下不铺 GND 铜，防止干扰串入 MCU。

G i g a D e v i c e



## 5.6 接插件描述

表 2 接插件功能描述表

接插件	功能	描述
CN1	三脚电源接口	24V 供电
JP1	供电电源开关	10*15mm Mini 船型开关
K1	Start	电机启动按键
K2	Stop	电机停止按键
K3	控制方式选择键	1 速度环控制 2 电流环控制 3 直接占空比控制
K4	Reset	MCU 复位按键
JP2	SWD 接口	3.3V、SWDIO、SWCLK 和 GND 四线接口
VR1	电机速度调节	顺时针转动：增大电机转速 逆时针转动：减小电机转速
JP3	EMF 和 CMP 电路切换开关	拨到 CMP 端：PA0, PA2, PA4 连接到 CMP 电路 拨到 EMF 端：PA0, PA2, PA4 连接到 CMP 电路 EMF 电路
JP4	SWD 和 OPA 电路切换开关	拨到 SWD 端：PA14, PA15 连接到 SWD 接口 拨到 OPA 端：PA13, PA14 连接到过流保护电路
JP8	Hall 接口	Hall: A B C +5V GND 五根线
JP9	电机绕组接口	U V W 三相接口
CN2	USB 接口	串口调试接口
SW1	方向控制开关	CW 顺时针转 CCW 逆时针转

## 5.7 Demo 板配件

表 3 Demo 板配件表

名称	个数
交流 220V 转 24V/1.67A 电源适配器	1
24V BLDC 电机	1

## 6 BLDC 参数

本 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 4 BLDC 参数

型号	JK42BLS02
极数	8 极
相电阻	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。

## 7 操作指南

接通 24V 电源适配器并打开 JP1 船型开关后，LED4 点亮，且数码管显示 0001，LED1 呈呼吸灯状态，说明供电和系统初始化正常。Demo 板硬件支持有霍尔模式，比较器方式无霍尔模式和反电动势方式无霍尔模式，通过下载不同代码进行切换。

这三种模式分别有三种控制算法模式：速度控制、电流控制和占空比控制，在电机不运行的时候通过 Function 按键进行切换。选定对应控制模式后，按 Start 按键启动电机，Stop 按键停止电机。SW 开关用来控制电机旋转方向。电机运行状态下数码管显示电机转速，电机停止状态下数码管显示当前控制方式（1.速度控制；2.电流控制；3.占空比控制）。各运行状态下，可通过手旋可调电位器 VR1 调节转速大小。

表 5 错误代码

E1	堵转
E2	过压
E3	驱动芯片报错
E4	过流
E5	过热
E6	硬件错误

## 8 注意事项

- 1、请勿将 Demo 板放置于潮湿环境下使用和保存，避免电路板短路及电子器件功能损坏；
- 2、请勿私自改动电机接口线顺序，以免使用中损坏电路板甚至造成其他损失；
- 3、电机运转时最好不要直接关闭供电开关，宜将电机 Stop 后再关闭供电开关，以免对电机及电路板造成损坏；
- 4、请勿进行热插拔操作，如需接插线，请先断电。

## 9 版本更新历史

表 5 版本更新历史

版本号.	描述	日期
1.0	初始发布版本	Aug. 2, 2019