

1. 开发板硬件资源详解

本部分，我们向大家介绍 LKZN 无刷电机开发板各部分硬件原理图，让大家对该开发板的各部分硬件原理有个深入理解，并向大家介绍开发板的使用注意事项。

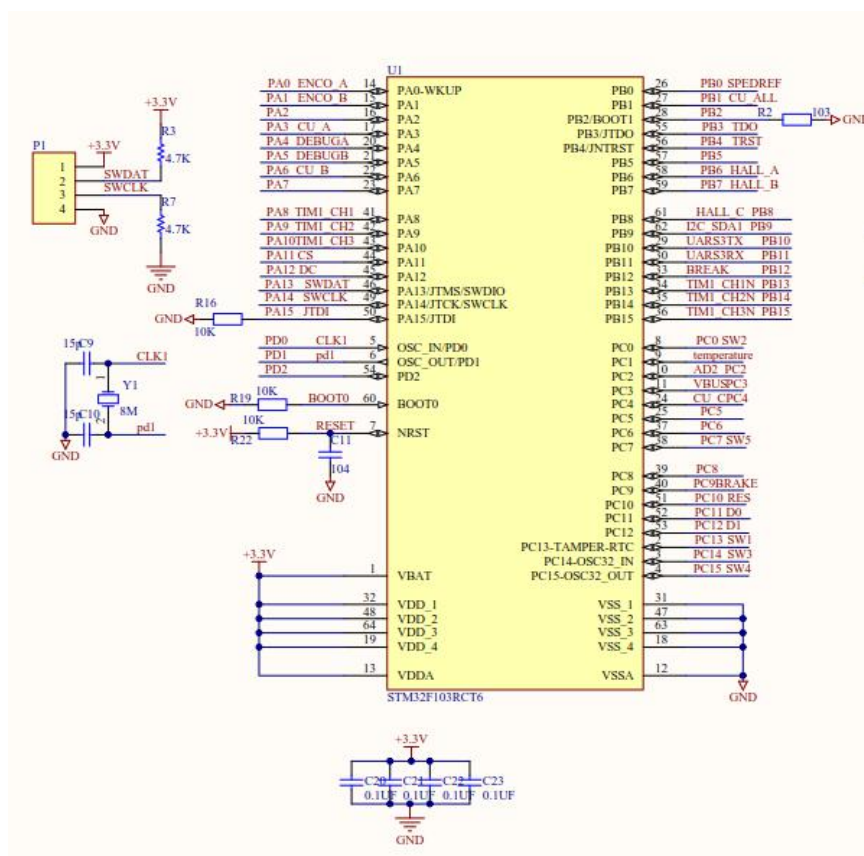
2.1 开发板原理图详解

2.2 开发板使用注意事项

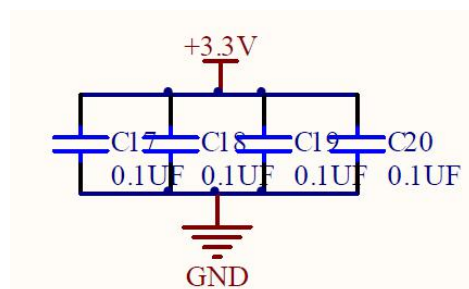
2.1 LKZN 开发板原理图详解

2.1.1 单片机

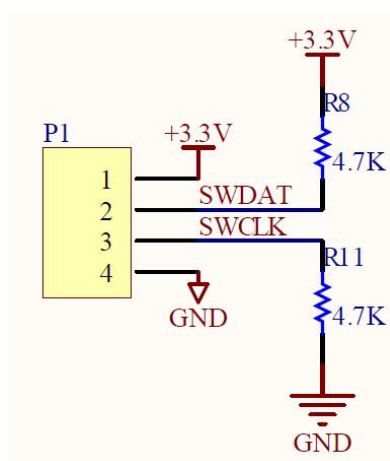
联控智能无刷电机开发板 MCU 选择的是 STM32F103RBT6，它拥有的资源如下：该芯片具有 20K SRAM,128K FLASH,2 个 16 位基本定时器，4 个 16 位通用定时器，2 个 16 位高级定时器 2 个 DMA 控制器，2 个 SPI，2 个 IIC,3 个串口，1 个 USB，1 个 CAN,2 个 12 位 ADC，51 个通用 IO 接口。



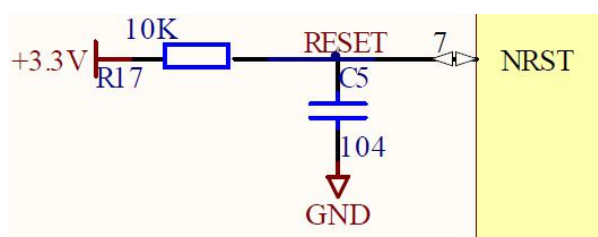
外围采用 4 个 100nf 电容进行滤波，确保单片机最小系统供电稳定，BOOT0 BOOT1 都接地，系统选择用户闪存存储器进行启动，也就是从 FLASH 启动。



下载方式采用 JLINK SWD 进行下载并调试代码，而且速度更快，建议大家设计产品时，可以用 SWD 来下载调试代码，JLINK V8/JLINK V7 /ULINK2 以及 ST LINK 都支持 SWD。SWDAT 采用 4.7K 上拉，SWCLK 下拉。

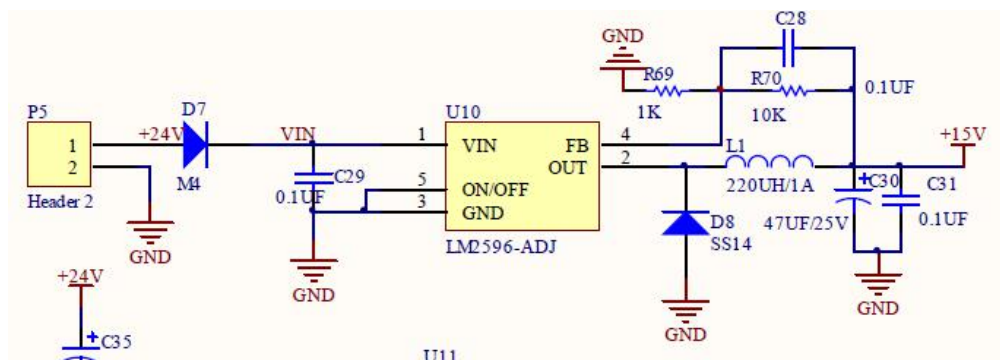


复位电路采用常用的电阻加电容复位电路，稳定性好

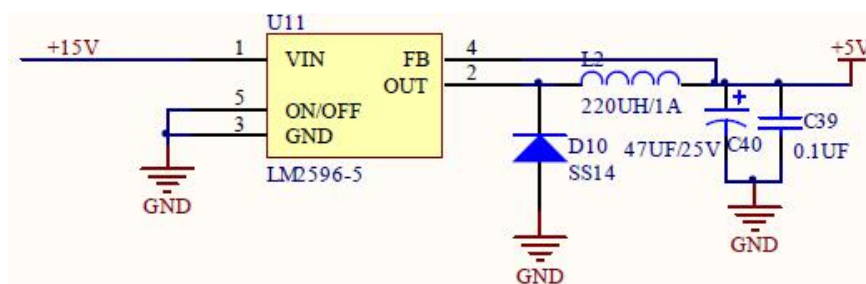


2.1.2 电源电路

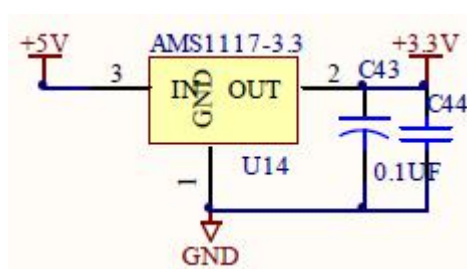
13.75V 电源电压输出，采用 LM2596-ADJ LDO 芯片，采用 D7 防反接电源输入，利用 D8,L1,C30 把高压转换成低压电路，其中 FB 反馈电压 VREF 为 1.25V。输出电压就是 $V_{OUT}=1.25*(1/(1+10))=13.75V$ 。



5V 电源电压输出，采用 LM2596-5.0 LDO 芯片，直接输出电压 5V，输出部分做了滤波处理。一般设计 PCB 时，芯片直接贴在焊锡层上有助于芯片散热，提高芯片稳定性。

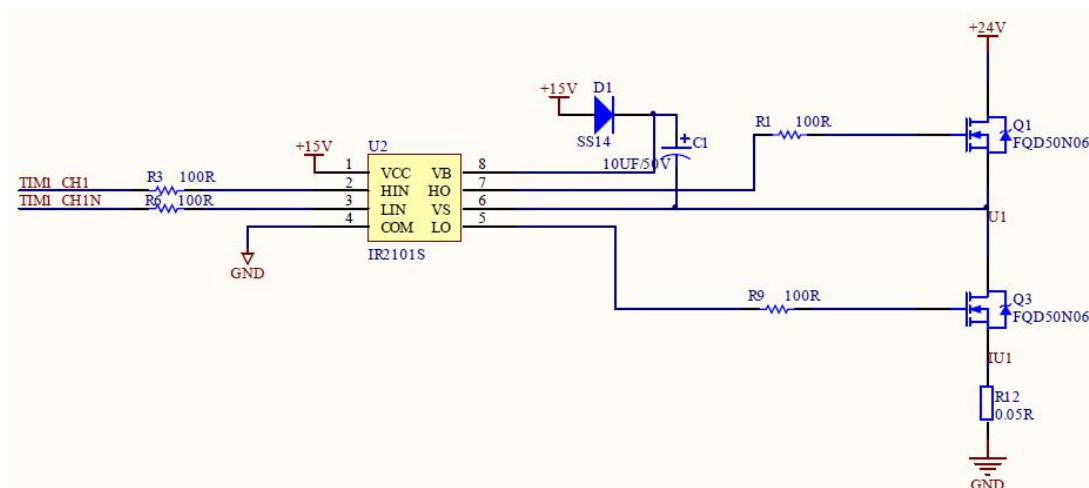


3.3V 电压输出，采用 AMS1117-3.3 芯片，输出电压 3.3V，给单片机和外围电路供电。驱动开发画 PCB 时，注意单片机地跟电机供电地单独画，避免干扰。



2.1.3 驱动电路

驱动电路采用项目移植下来，成熟的方案，接下来分析一下，采用 IR2101S 加 MOS 方式。IR2101S 本身是半桥驱动，采用上桥跟下桥驱动方式，也就是一路驱动需要 2 个 IR2101S 和 2 个 MOS，三路分别需要 6 个，所以电机驱动很大部分成本在这里面。而且根据需要应用的场合不同，需要 MOS 功率也不同，这时就需要考虑成本尽量选用性价比高的 MOS。



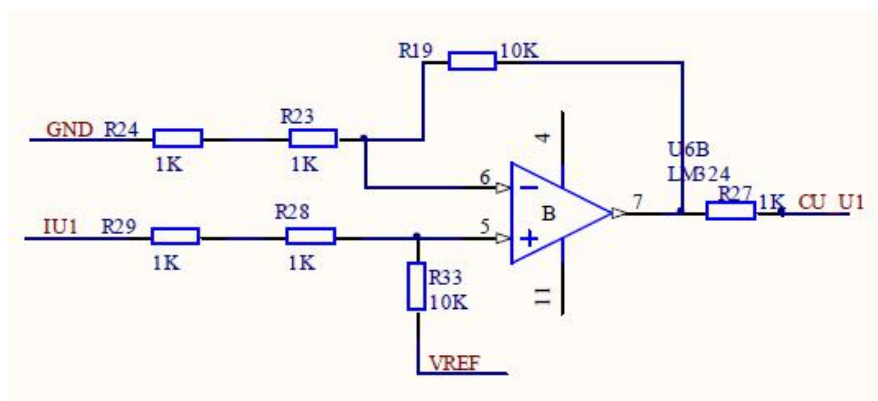
其中 U2 是 IR2101S, Q1, Q3 是 FQD50N06 N 沟道 MOS, D1, C1 组成上桥自举电路, R1, R9 为 MOS 基极限流电阻。R12 为驱动采样功率电阻, 大负载时可以更换大功率的, 防止电流大时烧毁。R3, R6 为单片机引脚到 IR2101S 限流电阻。

自举电路也叫升压电路, 利用自举升压二极管, 自举升压电容等电子元件, 使电容放电电压和电源电压叠加, 从而使电压升高。有的电路升高的电压能达到数倍电源电压。

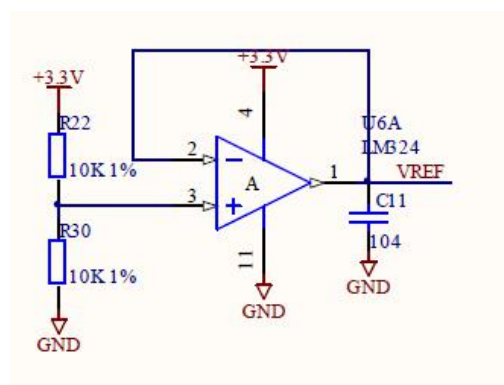
这个电压就是用自举。通常用一个电容和一个二极管, 电容存储电荷, 二极管防止电流倒灌, 频率较高的时候, 自举电路的电压就是电路输入的电压加上电容上的电压, 起到升压的作用。

2.1.4 电流采集

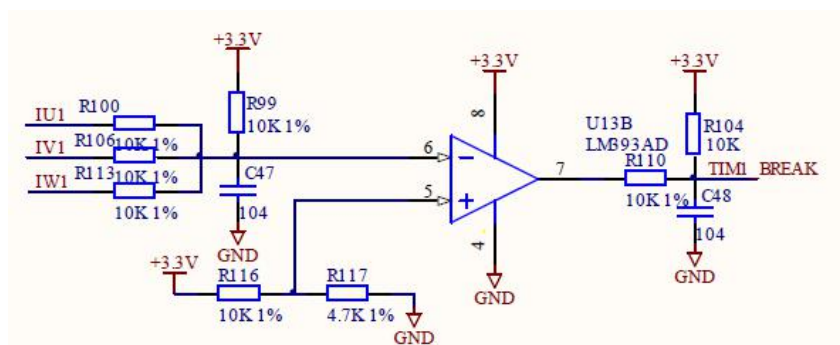
采集电机相线上电流，原理是电流流过功率电阻，产生电压，经过差分放大电路放大 5 倍，（5 倍是 $10/(1+1)$ ）后送到单片机进行处理。电容起到滤波作用，三路电流采样一样，只说一路。



参考电压 VREF 怎么来，顾名思义参考电压要求很稳定，我们采用运放搭了个参考电压电路，也称跟随器。利用电阻分压出 1.65V，经过跟随器输出稳定的电压。



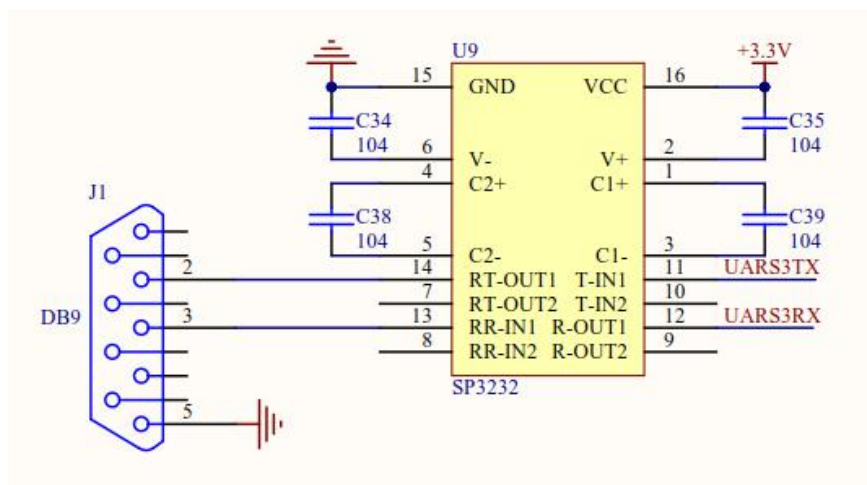
采集电机母线上电流，原理是电流流过功率电阻，产生电压，经过比较器后送到单片机进行处理。电容起到滤波作用。此板子限流保护值为 $3.3/(10+4.7)*4.7/0.05 = 21A$ 过流值为 21A



硬件过流我们采用比较器电路，母线总电流流过功率电阻产生电压，正常时，功率电阻上电压低于比较电压，比较器输出高电平，不故障，当功率电阻上电压高于比较电压，比较器输出低电平，故障，电机停转。目前比较值为 1V。

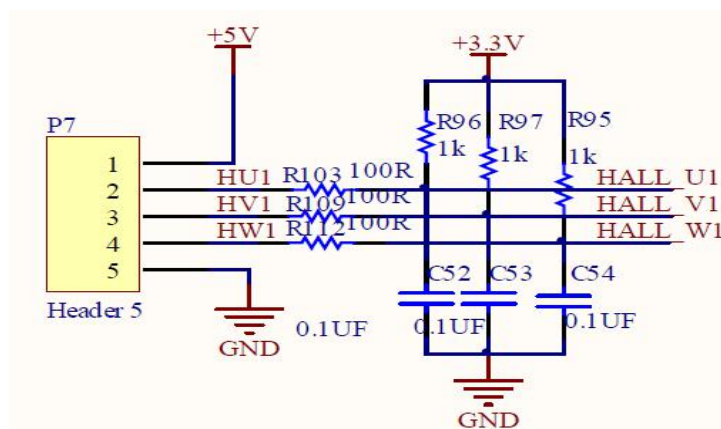
2.1.5 串口通信

串口通信采用 SP3232 芯片，把单片机的 TTL 电平转换成 232 电平，可以跟上位机进行通信，采用标准 DB9 母头，方便插拔。



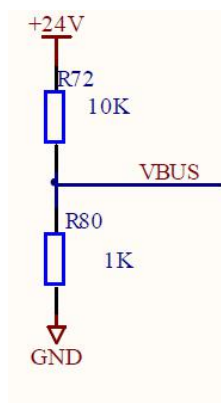
2.1.6 霍尔编码器接口

霍尔编码器接口采用标准的 5 线霍尔接线方式，由上拉电阻，限流电阻和滤波电容组成，确保采集信号干净无杂波。接线时注意接线顺序，电机参数里都有霍尔线顺序，一般根据颜色去区分。



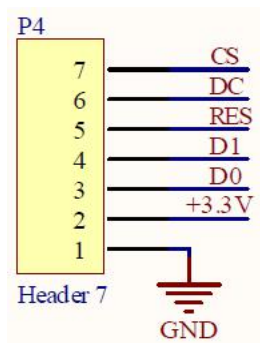
2.1.7 母线电压采样

一般做电机驱动开发，都会检测母线电压，尤其是电池供电时，防止电压过高烧毁器件，或者过低影响性能，检测这个电压进行跟设置的值进行比较，采取相应的动作，我们采用分压电阻的方式，分压出一个小电压给单片机，这里面需要注意电压很高时请先算好，分压电阻，以免输入进单片机烧毁引脚。比如输入 40V 电压，单片机耐压 3.3V，还要留有余量，40V 对应 2.5V 的话，下拉电阻 1K,对应上面电阻应为 $40/(2.5/1)-1$ 即 15K。



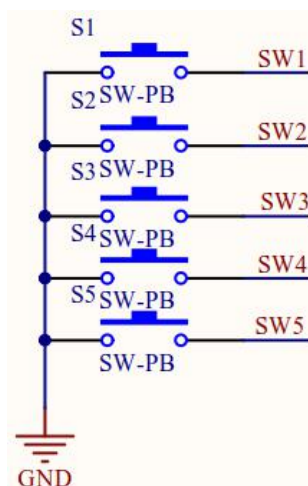
2.1.8 OLED 屏幕

采用标准的 OLED 屏幕，SPI 通信协议，信号线上留有限流电阻，采用 3.3V 供电。



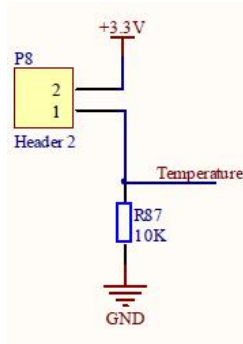
2.1.9 按键

板子带 5 个按键，采用低电平有效，可以作为电机启动，调速，暂停功能，也可以配合 OLED 屏幕，选择设置相应的功能。



2.1.10 温度检测部分

电机驱动开发，功率大时，MOS 有时会很烫，为了起到保护作用，特做了温度检测电路，防止烧坏板子。采用分压电阻方式，当温度高到一定值，软件里自动关断 MOS 输出。

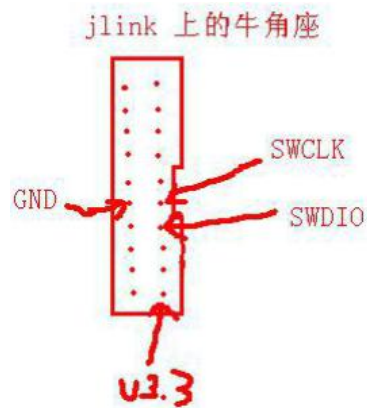


出。

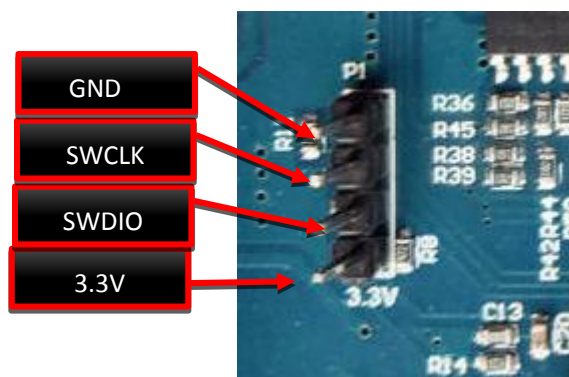
2.2 开发板使用注意事项

为了让大家更快更好的掌握 LKZN 无刷电机开发板开发，我们在这里向大家展示了本开发板使用过程中的注意事项，总结几条。

2.2.1 使用 JLINK SWD 下载程序时，按照下面接线顺序进行连接 3.3V SWDIO,SWCLK,GND



注意缺口方向，地可以接左面任何一个 GND（除了最低下的一个 PIN）



2.2.2 当仿真器连好后，板上指示灯会亮，这时可以进行下载仿真。

2.2.3 准备给板子供电，这时应注意电源输出的电压跟正负，不要因为不小心烧毁板子，上电后，自己的电机需要调相应的参数，由于调试时电机有可能转的不对，这时应限制电源供电电流。调到 1A 左右，电机堵转后应及时关断电源。

2.2.4 使用板子开发对应程序时，建议先看原理图，然后知道相应引脚，程序对应定义相关功能去调试。

2.2.5 调试时对应电机接线顺序要正确，尤其是霍尔编码器和增量编码器接口，相关的电源供电不要接反，接反时电流会大，有可能烧毁，请注意。

2.2.6 电机带负载调试时，注意安全，有时电机转的快，带的负载可能伤到人，尤其是带叶子的风扇，注意手指，和电机要固定，以免割到手指，最好有防护措施。