

文档编号: AN2059

上海东软载波微电子有限公司

应用笔记

ES32M0502 高压驱动开发板硬件说明

修订历史

版本	修订日期	修改概要
V1.0	2024-06-04	初版

地 址：中国上海市古美路 1515 号 12 号楼 3 层
E-mail: support@essemi.com
电 话：+86-21-60910333
传 真：+86-21-60914991
网 址：<http://www.essemi.com/>

版权所有©

上海东软载波微电子有限公司

本资料内容为上海东软载波微电子有限公司在现有数据资料基础上慎重且力求准确无误编制而成，本资料中所记载的实例以正确的使用方法和标准操作为前提，使用方在应用该等实例时请充分考虑外部诸条件，上海东软载波微电子有限公司不承担或确认该等实例在使用方的适用性、适当性或完整性，上海东软载波微电子有限公司亦不对使用方因使用本资料所有内容而可能或已经带来的风险或后果承担任何法律责任。基于使本资料的内容更加完善等原因，上海东软载波微电子有限公司保留未经预告的修改权。使用方如需获得最新的产品信息，请随时用上述联系方式与上海东软载波微电子有限公司联系。

目 录

第 1 章	概述	4
1.1	开发板框图	4
1.2	开发板实物	5
1.3	方案特点	6
第 2 章	硬件介绍	7
2.1	电源电路	7
2.1.1	整流滤波电路	7
2.1.2	AC-DC 电路	7
2.1.3	DC-DC 电路	8
2.1.4	继电器开关控制电路	8
2.2	驱动逆变电路	9
2.2.1	逆变电路	9
2.2.2	栅极驱动电路	9
2.3	转子位置检测电路	10
2.3.1	霍尔传感器接口	10
2.3.2	反电动势采样	10
2.3.3	电流采样	11
2.4	保护电路	12
2.4.1	过流保护	12
2.4.2	过欠压保护	13
2.4.3	过温保护	13
2.5	通信电路	14
2.5.1	UART	14
2.5.2	SPI	14
2.5.3	CAN	15
2.6	MCU 及其他	16
2.6.1	MCU 引脚信号	16
2.6.2	LED 指示灯	17
2.6.3	SWD 编程烧录接口	17

第1章 概述

ES-GMB-MOTO-HV-T1 电机驱动开发板采用 ES32M0502 微控制器，针对于高压无刷直流电机（BLDC）或永磁同步电机（PMSM）而设计，支持有感/无感的方波/FOC 控制方式。

供电电源：

- ◆ AC 110V/60Hz、220V/50Hz
- ◆ DC 100V ~ 330V

1.1 开发板框图

开发板主要分为电源电路、功率驱动、保护电路、位置检测接口、电流采样电路、通信电路和显示操作。

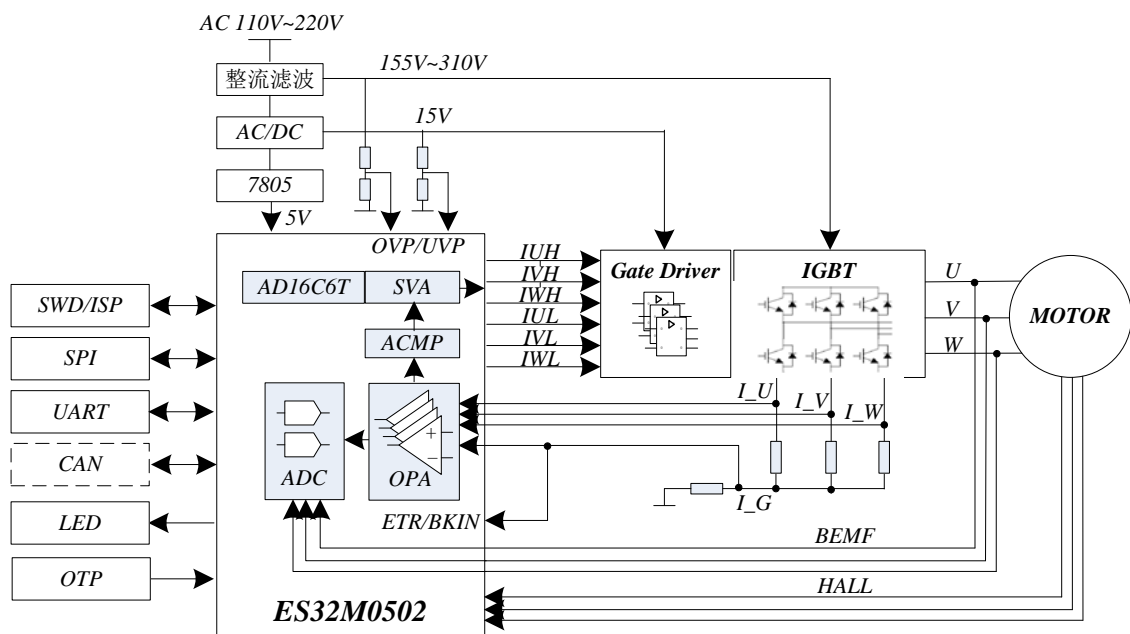


图 1-1 ES-GMB-MOTO-HV-T1 开发板框图

1.2 开发板实物

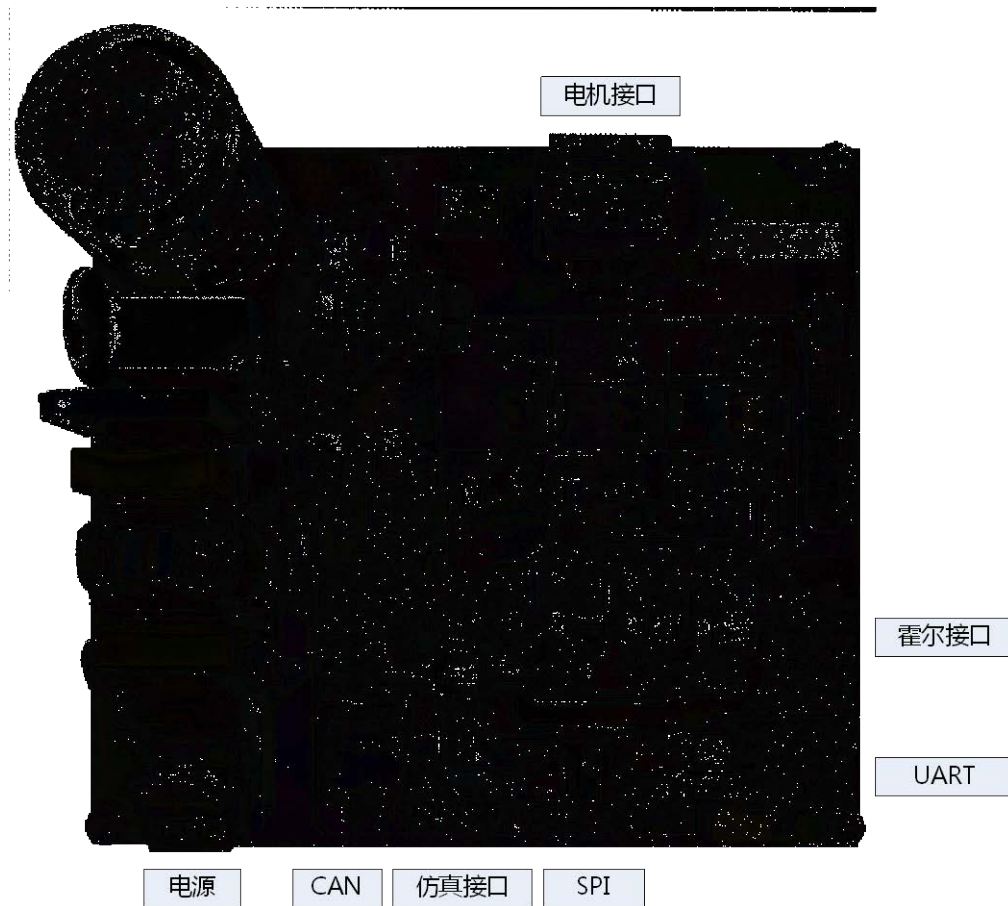


图 1-2 ES-GMB-MOTO-HV-T1 开发板实物图

1.3 方案特点

ES-GMB-MOTO-HV-T1 高压电机驱动开发板有如下特点：

灵活的电机控制方式：

- ◆ 支持带霍尔传感器的 BLDC/FOC 电机控制。
- ◆ 支持无传感器的 BLDC/FOC 电机控制
- ◆ 支持单电阻/两电阻/三电阻电流采样

保护功能：

- ◆ 软/硬件过流保护
- ◆ 欠压保护
- ◆ 过压保护
- ◆ 过热保护
- ◆ 相间短路保护

通信接口：

- ◆ 支持 SPI
- ◆ 支持 UART
- ◆ 支持 CAN 总线通信控制器
- ◆ 支持 SWD 调试协议

其他：

- ◆ 额定值为 6A 的 IGBT 三相逆变桥
- ◆ 电压输入范围为 AC 110V / 220V，DC 100V ~ 330V
- ◆ MCU 支持 5V 电压供电
- ◆ 抗高 dv/dt 共模干扰和负瞬态电压的三相栅极驱动器
- ◆ LED 指示灯

注意开发板为非隔离电源（热地），建议采用隔离电源设备。调试时请小心操作，防止触电，在线仿真和测量时需进行隔离操作，

第2章 硬件介绍

2.1 电源电路

开发板采用的非隔离电源，注意防止触电，在线仿真和测量时需进行隔离操作。

电源网络主要由 VBB (+VDC)、VCC_15 (+15V)、VCC_5 (+5V) 构成。

- ◆ VBB 母线电压是由外部输入通过整流滤波得到的高压电源，流经三相桥开关管后驱动无刷电机。由于 VBB 网络电压和电流值较大，所以在电源输入端口和三相桥中都并接了大电容。
- ◆ VCC_15 是由 VBB 降压后得到+15V 电压，用于预驱（三相桥开关管栅极）的电源。
- ◆ VCC_5 是由 VCC_15 降压后得到+5V 电压，用于 MCU、通信电路、控制电路、采样电路等低压工作电路。

2.1.1 整流滤波电路

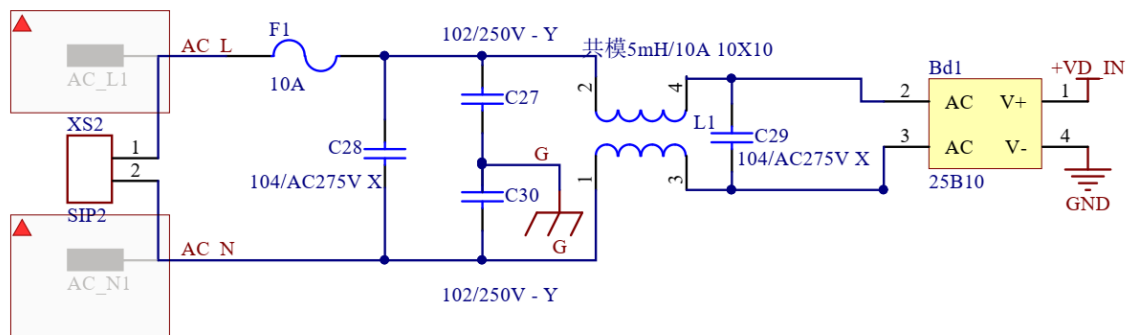


图 2-1 整流滤波电路

2.1.2 AC-DC 电路

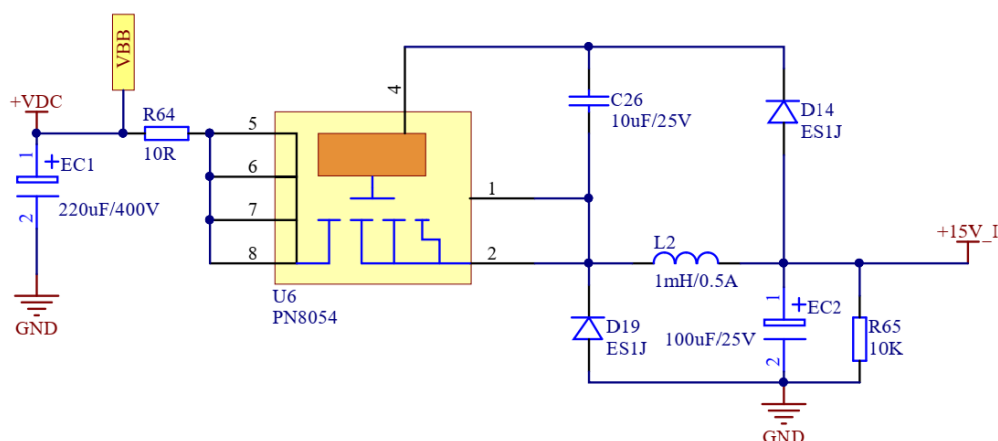


图 2-2 AC-DC 电路

2.1.3 DC-DC电路

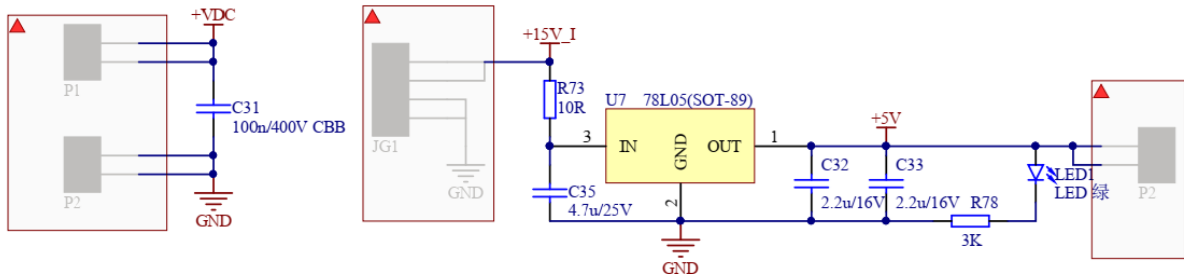


图 2-3 DC-DC 电路

2.1.4 继电器开关控制电路

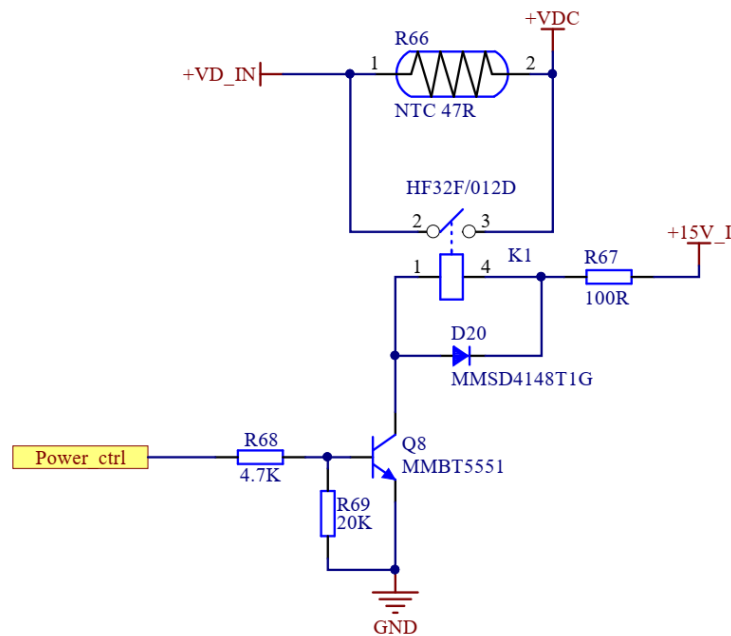


图 2-4 继电器开关控制电路

继电器在预充电完成后，MCU 控制 power ctrl 输出高进行闭合导通，旁路 NTC 预充电电阻。

2.2 驱动逆变电路

驱动电路由栅极驱动电路和三相桥 IGBT 组成。注意该部分电路电压较高，电流较大，在电机调试时不可用手直接接触电路板和电机相线，也不可被金属表笔短路（如万用表表笔、示波器探头、金属螺丝刀等）。

2.2.1 逆变电路

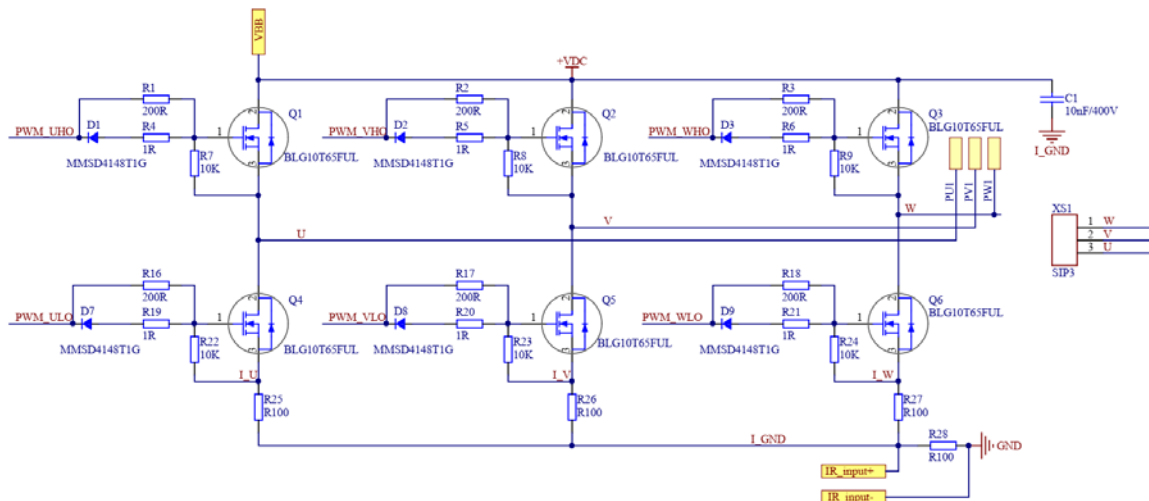


图 2-5 逆变电路

- ◆ R25、R26、R27、R28 用于电流采样，采用合金电阻可以大幅度提升耐流和功率耗散性能。这些采样电阻的阻值可以根据要驱动的电机的额定电流大小进行调整，但要限制在 IGBT 的最大工作电流内，调整硬件参数后应再调整软件中的硬件参数，esmc_hwconfig.h 是硬件板子相关参数，在 HWDL 文件夹中。
- ◆ R1、R2、R3、R16、R17、R18 起到限流作用，调整 IGBT 的导通时间。

2.2.2 栅极驱动电路

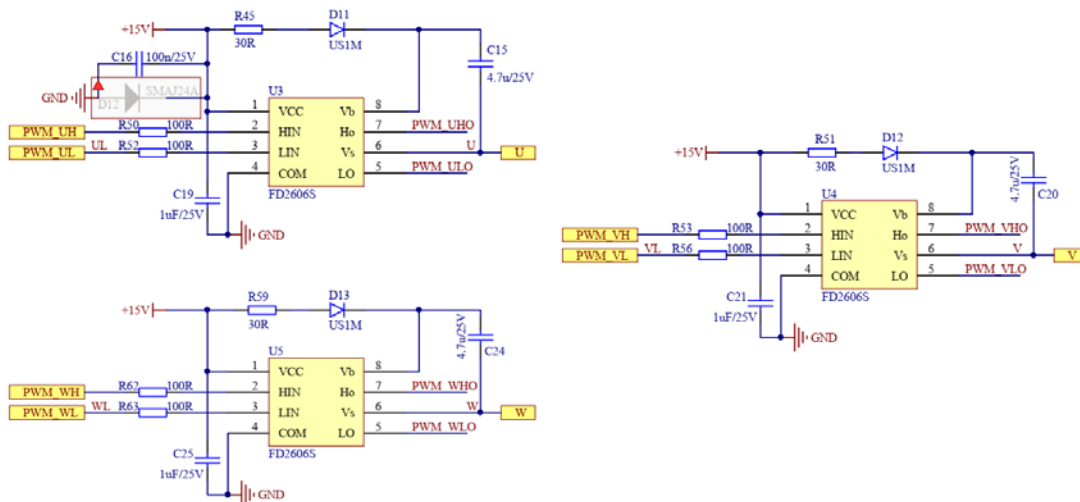


图 2-6 栅极驱动电路

2.3 转子位置检测电路

2.3.1 霍尔传感器接口

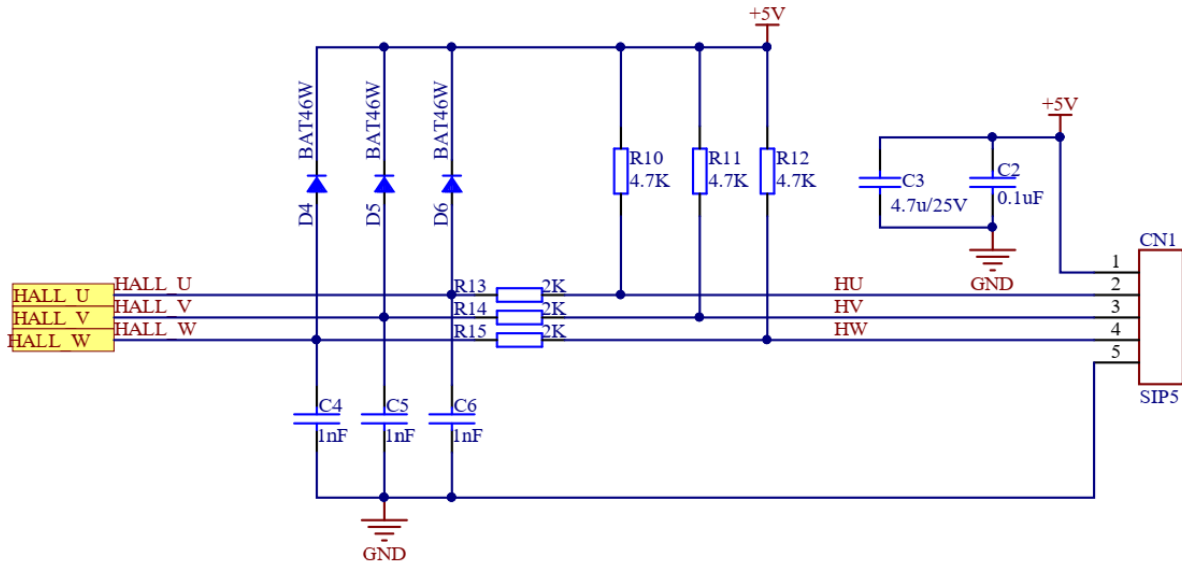


图 2-7 霍尔传感器接口

- ◆ 若电机采用 HALL 传感器检测转子位置，则需将对应的 HALL_U、HALL_V、HALL_W、+5V 和 GND 网络接在相应的接线端口上。
- ◆ C4、C5、C6 可以滤除小脉冲干扰。
- ◆ 上拉电阻 R10、R11、R12 可以将 HALL 信号拉至高电平。

2.3.2 反电动势采样

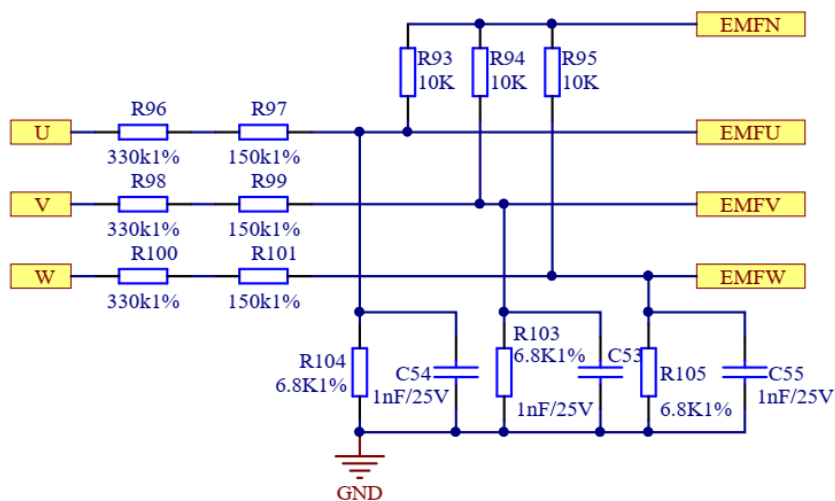


图 2-8 反电动势采样

- ◆ 若电机采用反电势电路检测转子位置，无需在 HALL 接口上接线。反电势电路的电阻分压电

路的电阻阻值应根据实际电机调整，使分压后的电压范围在 $0.1 \cdot V_{CC} \sim 0.9 \cdot V_{CC}$ 区间，如果反电势电压过低则不容易判过零点，反电势电压过高则容易击坏芯片引脚。

- ◆ 求和电阻 R93、R94、R95 的值过大可能会导致中性点电压信号较弱，不利于过零比较。

2.3.3 电流采样

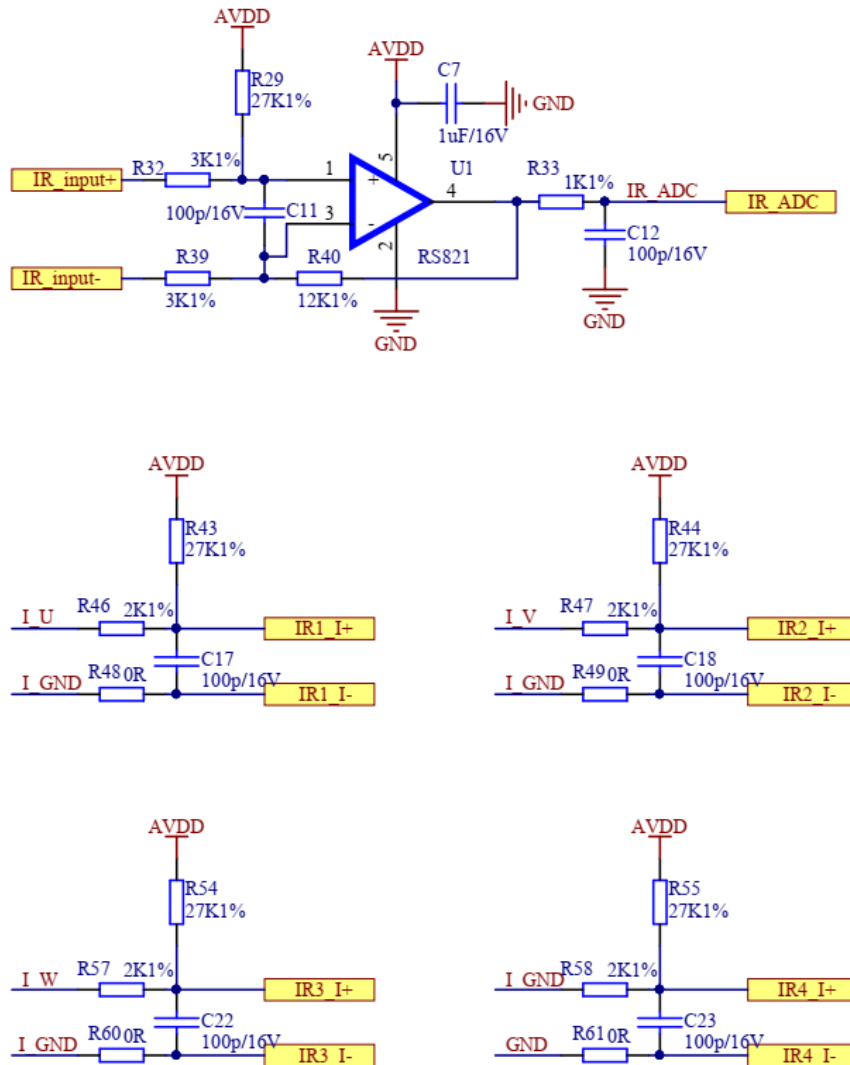


图 2-9 电流采样

- ◆ 三相电流采样，采用 MCU 内置运放，GAIN 请参考我们硬件层配置，默认为 7.6，如果更改这部分电路，请对硬件层进行配置。
- ◆ 母线电流采样，预留了 1 路外部运放。

2.4 保护电路

2.4.1 过流保护

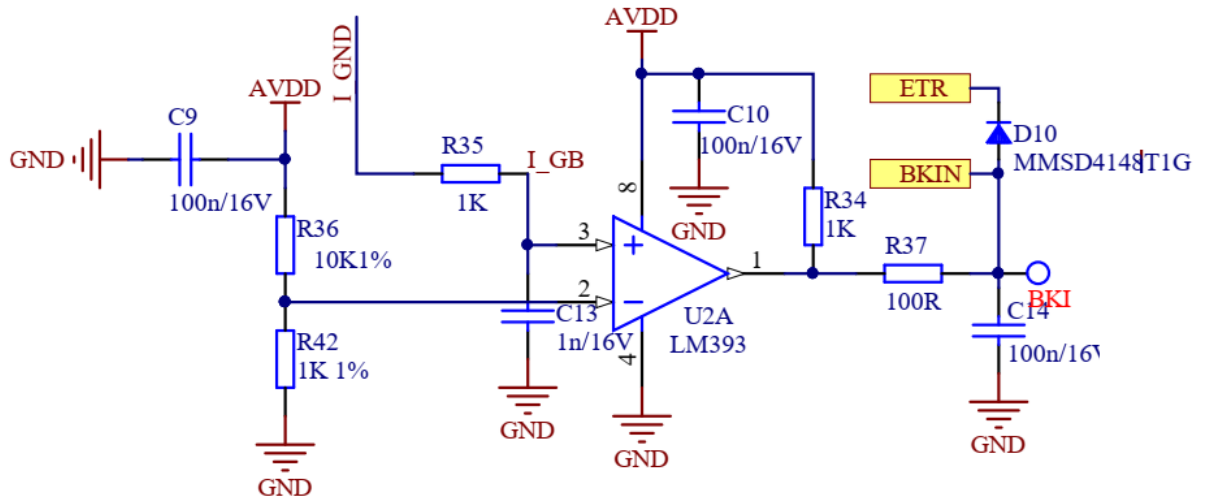


图 2-10 一级电流采样

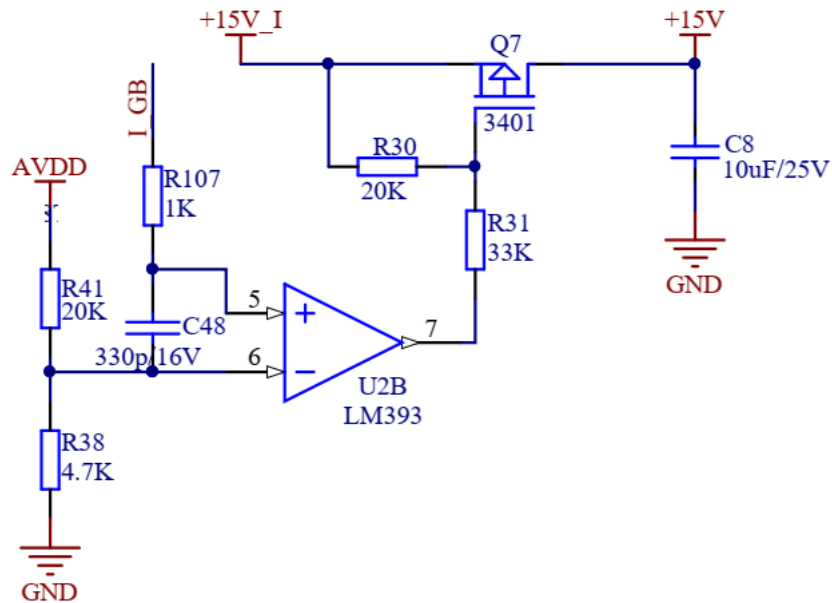


图 2-11 二级电流采样

- ◆ 一级过流保护，默认配置最大电流 5A，软件保护，限流或刹车。
- ◆ 二级过流保护，默认配置最大电流 10A，硬件保护，切断+15V 驱动电源。

2.4.2 过欠压保护

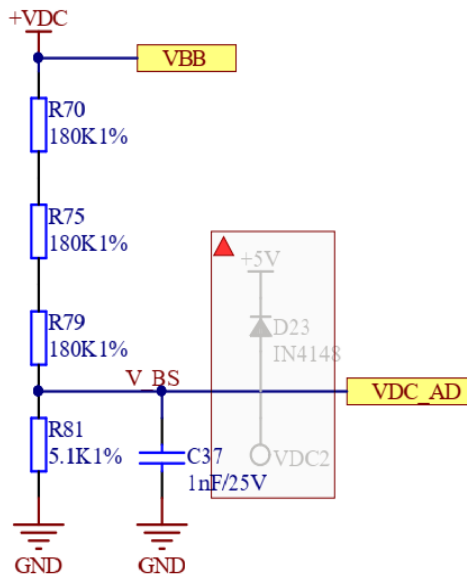


图 2-12 母线电压采样

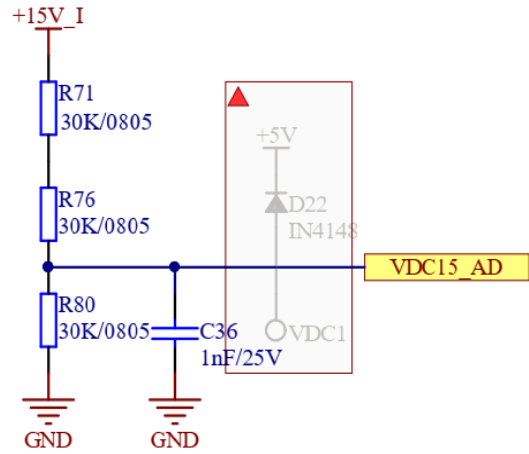


图 2-13 +15V 电压采样

2.4.3 过温保护

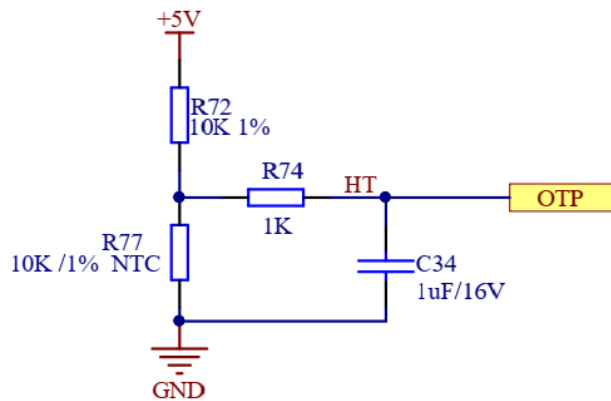


图 2-14 温度采样

2.5 通信电路

2.5.1 UART

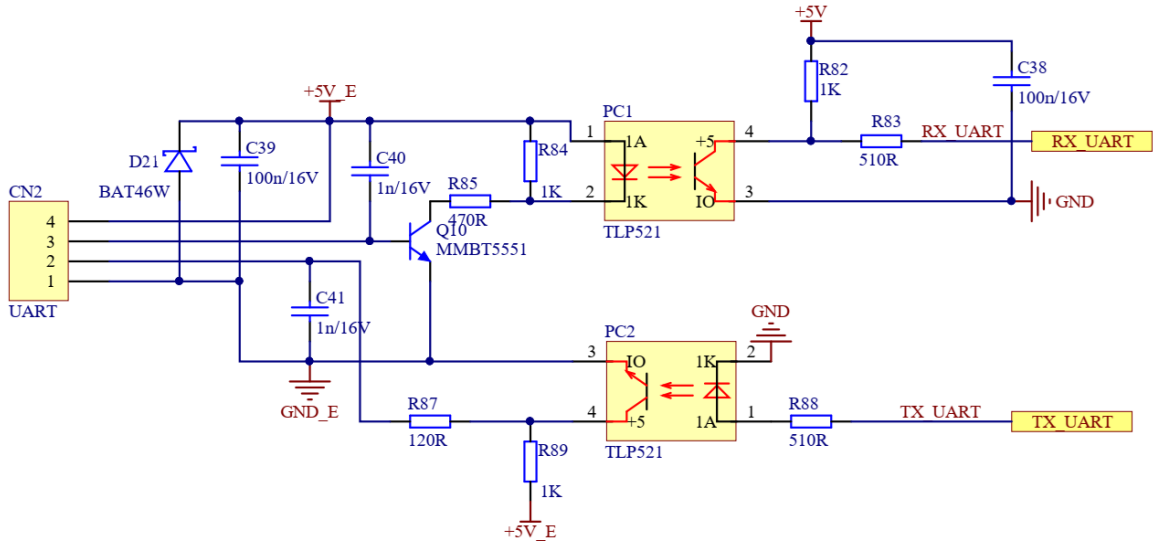


图 2-15 UART 通信电路

- ◆ 通用异步收发传输器（UART），硬件进行光耦隔离连接，需要外部供电接线。
- ◆ +5V_E—外部电源；GND_E—外部地。
- ◆ TX—发送数据端；RX—接收数据端。

2.5.2 SPI

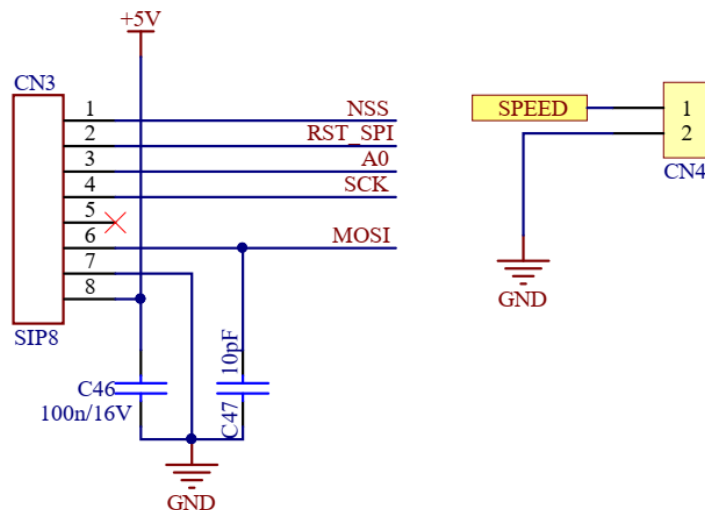


图 2-16 SPI 接口

2.5.3 CAN

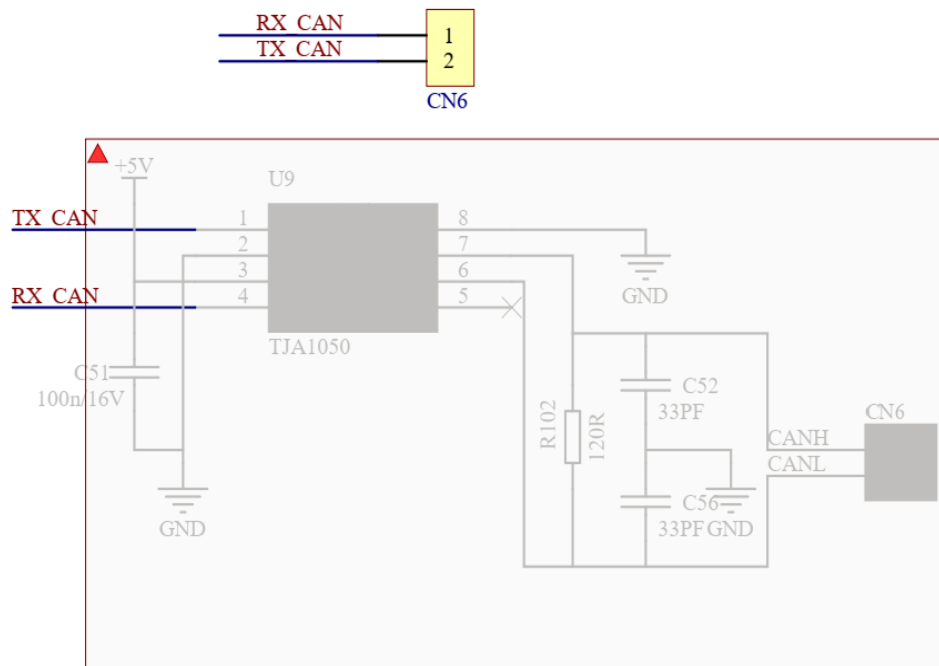


图 2-17 CAN 接口

2.6 MCU及其他

2.6.1 MCU引脚信号

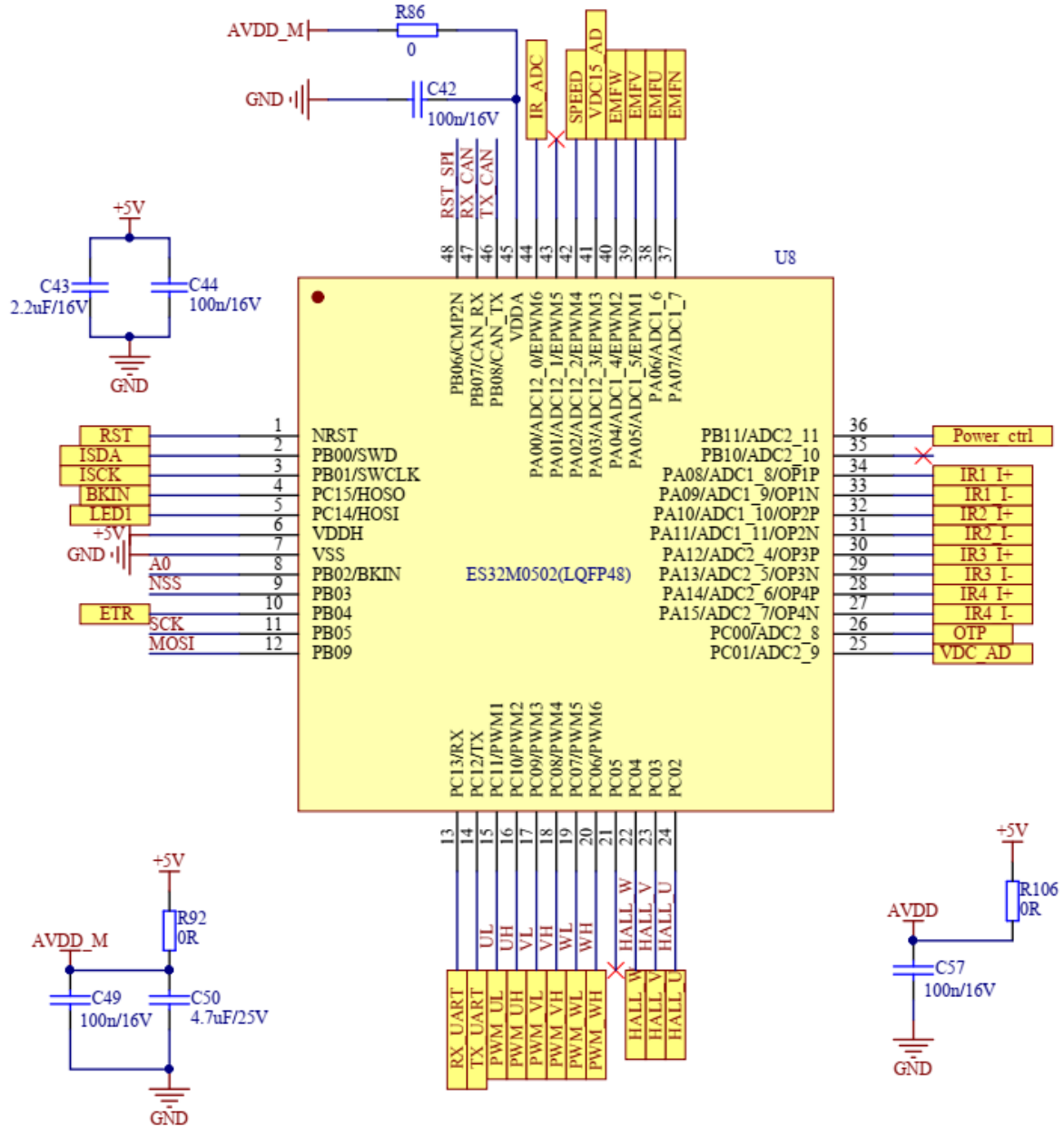


图 2-18 MCU 引脚信号

2.6.2 LED指示灯

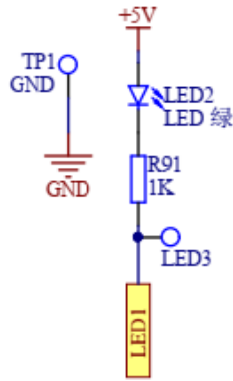


图 2-19 LED 指示灯

2.6.3 SWD编程烧录接口

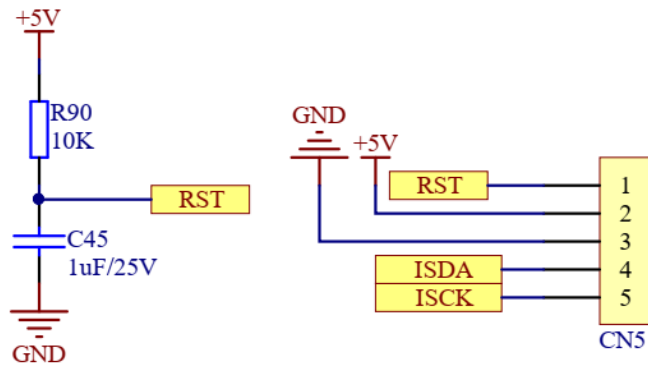


图 2-20 SWD 接口

- ◆ SWD 的 5 个引脚（MRST、VCC、GND、ISDA 和 ISCK）。
- ◆ 在调试时，请用隔离信号板与高压网络分开，防止高压损坏仿真器或 PC。

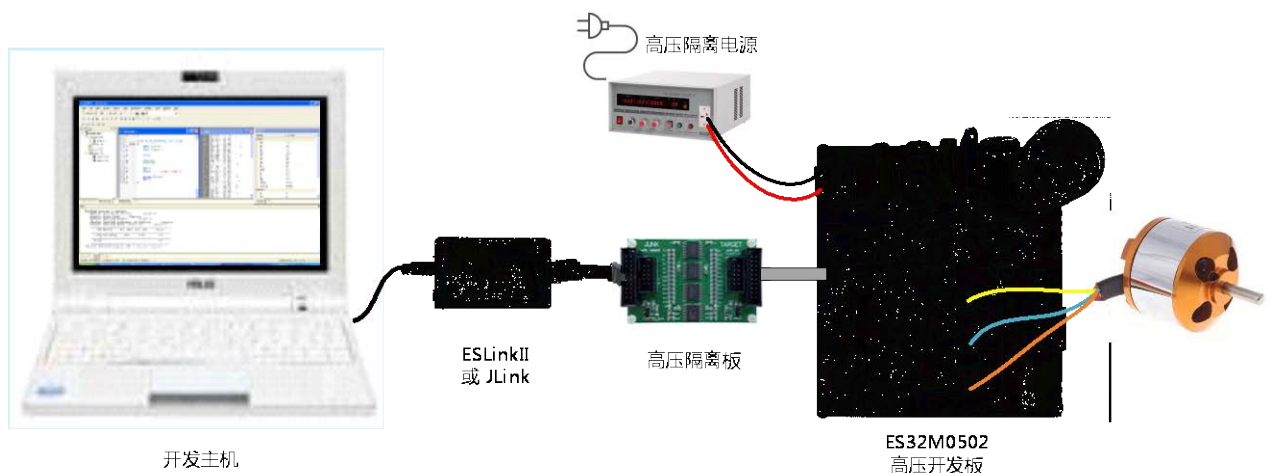


图 2-21 调试连接图