

文档编号: AN148

上海东软载波微电子有限公司

用户手册

低压电机驱动开发板 ES-GMB-MOTOLV1

修订历史

版本	修改日期	更改概要
V1.0	2021.12.24	初版发布

地 址：中国上海市古美路 1515 号凤凰园 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担保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	开发板概述	4
1.2	方案特点	5
第 2 章	硬件介绍	6
2.1	测试点	6
2.2	电源电路	7
2.3	驱动电路	8
2.3.1	三相桥电路	8
2.3.2	栅极驱动电路	9
2.4	转子位置检测接口电路	10
2.4.1	霍尔	10
2.4.2	反电势	11
2.4.3	编码器	11
2.4.4	电流采样	12
2.5	通信端口与显示电路	13
2.5.1	烧录口	13
2.5.2	SPI	13
2.5.3	UART (RS485)	14
2.5.4	CAN 总线	14
2.5.5	按键与 LED	15
第 3 章	资源说明	16
3.1	电机规格	16
3.2	驱动板接口	17

第1章 概述

ES-GMB-MOTOLV1 低压电机驱动开发板针对无刷直流电机(BLDC)或永磁同步电机(PMSM), 配合东软载波微电子高性能的 ES32 系列微控制器, 通过不同的配置, 可以实现有传感器与无传感器的多种控制方式。

1.1 开发板概述

下图显示了 ES-GMB-MOTOLV1 开发板的简化框图。本开发板主要分为电源部分、功率驱动部分、位置检测接口电路、电流采样电路、通信电路、显示操作以及保护电路几部分。

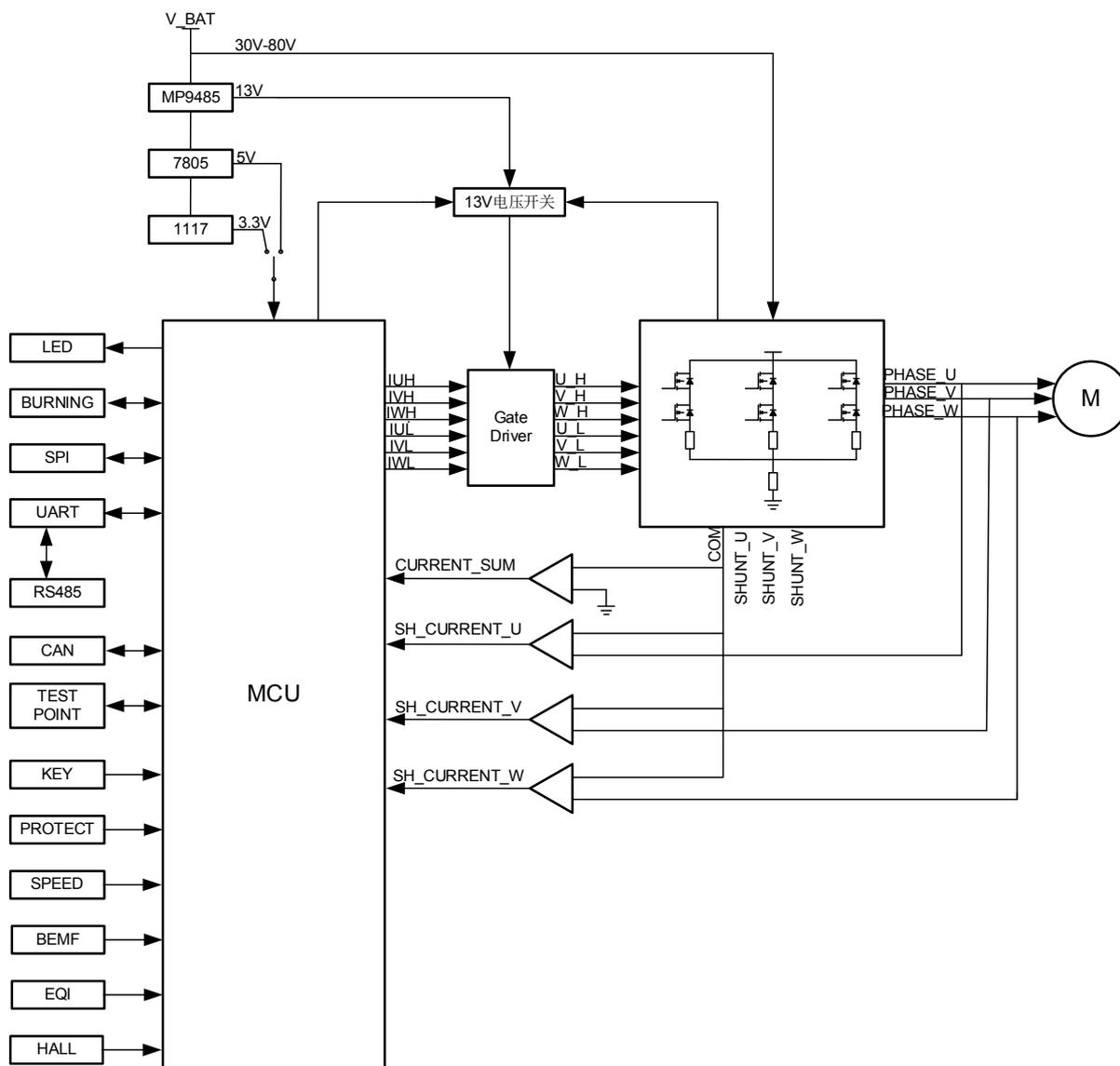


图 1-1 ES-GMB-MOTOLV1 开发板框图

1.2 方案特点

ES-GMB-MOTOLV1 低压电机驱动开发板有如下特点：

灵活的电机控制方式：

- ◆ 支持带传感器电机控制的霍尔传感器和正交编码器接口（XS7）
- ◆ 支持伺服电机霍尔传感器和正交编码器共用模式的 15PIN 接口。
- ◆ 支持无传感器 BLDC 控制方式
- ◆ 支持单电流/三电流采样矢量控制方式
- ◆ 支持无传感器转子位置观测矢量控制方式

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、RS485 总线
- ◆ 支持 CAN 总线
- ◆ 支持 SWD 调试协议

控制与显示：

- ◆ 调速旋钮
- ◆ 正反转、启刹车开关
- ◆ 按键 x4
- ◆ LED x4
- ◆ LCD（SPI 接口）

其他：

- ◆ 额定值为 100V / 192A 的三相逆变桥
- ◆ 电压输入范围为 30V - 80V
- ◆ MCU 支持 5V 或 3.3V 双电压供电
- ◆ 采用插板方式，可灵活搭配高性能 ES32 系列 MCU
- ◆ 抗高 dv/dt 共模干扰和瞬态负电压的三相栅极驱动器
- ◆ 多达 22 个信号测试点

第2章 硬件介绍

2.1 测试点

下表汇总了 ES-GMB-MOTOLV1 开发板测试点的功能。

编号	名称	功能说明
1	IUH	U相上桥PWM控制信号
2	Current_U	U相电流采样信号
3	IVH	V相上桥PWM控制信号
4	Current_V	V相电流采样信号
5	IWH	W相上桥PWM控制信号
6	Current_W	W相电流采样信号
7	IUL	U相下桥PWM控制信号
8	Bemf_U	U相反电势信号
9	IVL	V相下桥PWM控制信号
10	Bemf_V	V相反电势信号
11	IWL	W相下桥PWM控制信号
12	Bemf_W	W相反电势信号
13	UHO	U相上桥驱动器输出电压
14	Bemf_N	三相反电势中心点电压信号
15	VHO	V相上桥驱动器输出电压
16	HALL_U	A通道光电编码器输入信号/U相光电编码器输入信号
17	WHO	W相上桥驱动器输出电压
18	HALL_V	B通道光电编码器输入信号/V相光电编码器输入信号
19	ULO	U相下桥驱动器输出电压
20	HALL_W	Z通道光电编码器输入信号/W相光电编码器输入信号
21	VLO	V相下桥驱动器输出电压
22	WLO	W相下桥驱动器输出电压
23	VCC	MCU及外围电路供电电压
24	VCC_3.3	3.3V供电电压
25	VCC_5	5V供电电压
26	VDD_A	模拟地
27	VDD_D	数字地
28	SPEED	转速旋钮输出电压信号

表 2-1 ES-GMB-MOTOLV1 开发板测试点

2.2 电源电路

电源网络主要由 V_BAT、VCC_13、VCC 这三部分构成：

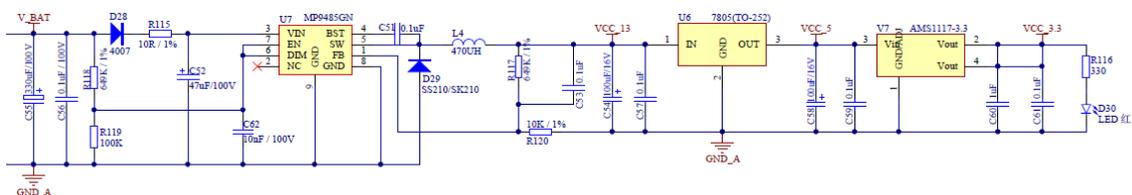


图 2-1 电源电路

- ◆ V_BAT 由外部输入 30V - 100V 的电源，流经三相桥后驱动无刷电机。由于 V_BAT 网络电压、电流值较大，在电源输入端口以及三相桥中并入了大电容。
- ◆ VCC_13 是用于驱动三相桥开关管的栅极电源，由 V_BAT 电源降压后得到。本开发板采用的栅极驱动器工作电压范围是 6-18V，VCC_13 电源网络可以在此区间内根据实际需要进行调整（通过调整 R117 和 R120 阻值）。D29 是电压芯片的反馈二极管，采用快速导通关断的肖特基二极管。
- ◆ VCC_5 由 VCC_13 降压后得到，VCC_3.3 由 VCC_5 降压后得到。VCC 电源网络用于为 MCU、通信电路、采样电路等 5V 或 3.3V 网络供电。当 SW4 左接时，VCC 电源接到 VCC_3.3 电源网络；当 SW4 右接时如图 2-3，VCC 电源接到 VCC_5 电源网络。VCC 网络的选择依赖于所选 MCU 的供电电压。

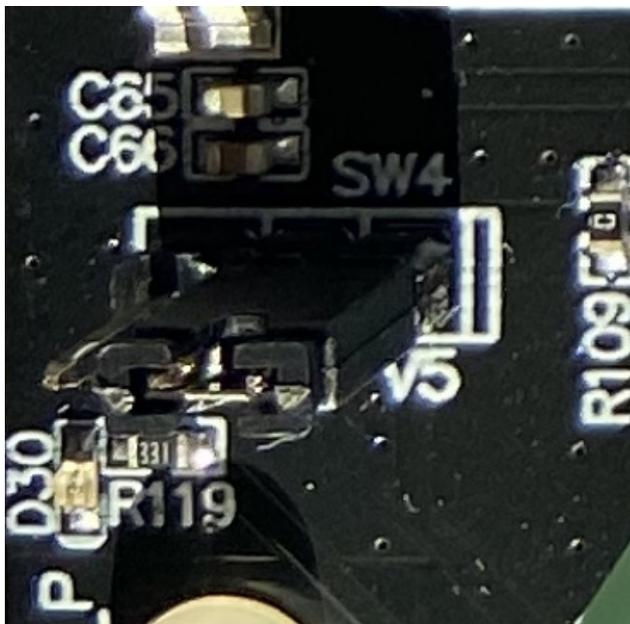


图 2-3 SW4 右接

2.3 驱动电路

驱动电路由三相桥和栅极驱动电路组成。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，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）。若需要信号检测，可使用开发板预留的测试点。

2.3.1 三相桥电路

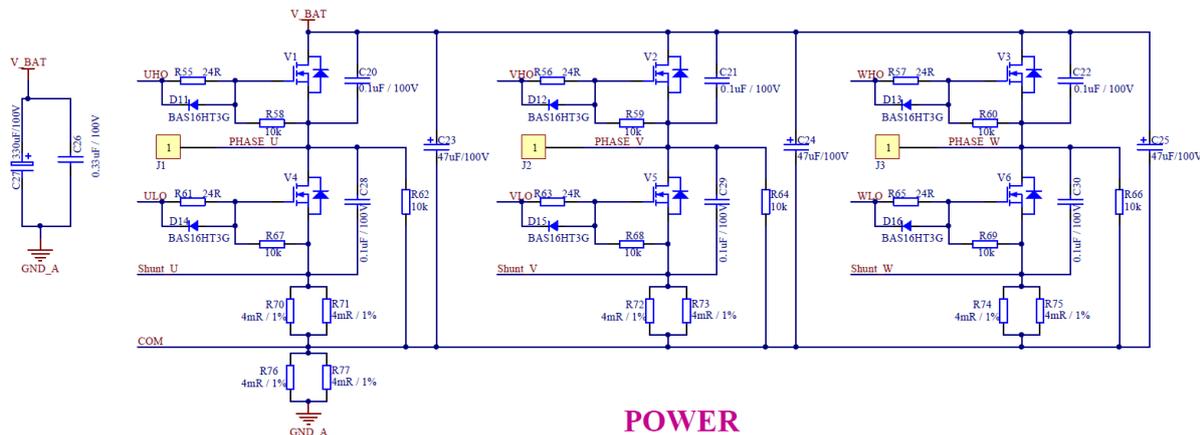


图 2-4 三相桥电路

- ◆ D11、D12、D13、D14、D15、D16 二极管加快放电速度，为 MOS 管驱动端中的寄生电容起到卸流的作用。
- ◆ R55、R56、R57、R61、R63、R65 起到限流作用，其阻值过大会影响 MOS 管的开通速度，调整 MOS 管的导通振荡时间，不同的 MOS 匹配的阻值有所不同。当阻值小于 $10\ \Omega$ 时可以不再反向并联二极管。
- ◆ R58、R59、R60、R67、R68、R69 可以改善 N_MOS 的导通性能。
- ◆ R62、R64、R66 给自举电容充电提供了回路，阻值过小会增加能量损耗。
- ◆ C20、C21、D22、C28、C29、C30 电容可以改善输出波形和 EMC 特性。
- ◆ R70、R71、R72、R73、R74、R75、R76、R77 用于电流采样，采用并联方式可以大幅度提升耐流和功率耗散性能。

2.3.2 栅极驱动电路

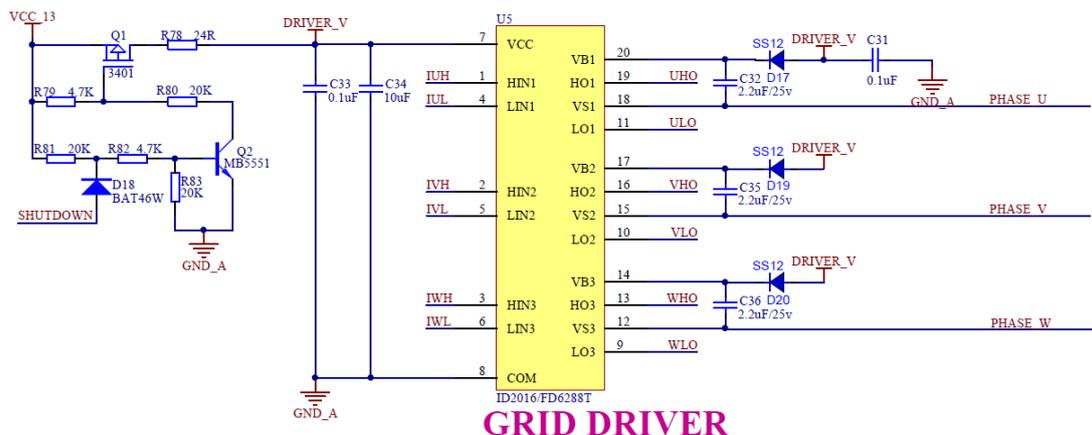


图 2-5 栅极驱动电路

- ◆ D17、D19、D20 三个自举二极管可以有效防止电流倒灌。
- ◆ R78 是 24 Ω 的限流电阻，起到限流作用。
- ◆ IUH、IVH、IWH、IUL、IVL、IWL 网络需要下拉接地，当 MCU 无信号输出时能保证开关管处于关断状态。
- ◆ 3401 是一个 PMOS，结合硬件过流保护电路，它在三相桥电路发生过流时会及时关断 DRIVER_V，使 GateDriver 的 UHO、ULO、VHO、VLO、WHO、WLO 无高电压输出，防止烧坏电机和驱动板。
- ◆ C32、C35、C36 三个自举电容的容值要匹配 R55、R56、R57、R61、R63、R65 的阻值，可参考 MOS 的手册和控制方式进行微调。

2.4 转子位置检测接口电路

2.4.1 霍尔

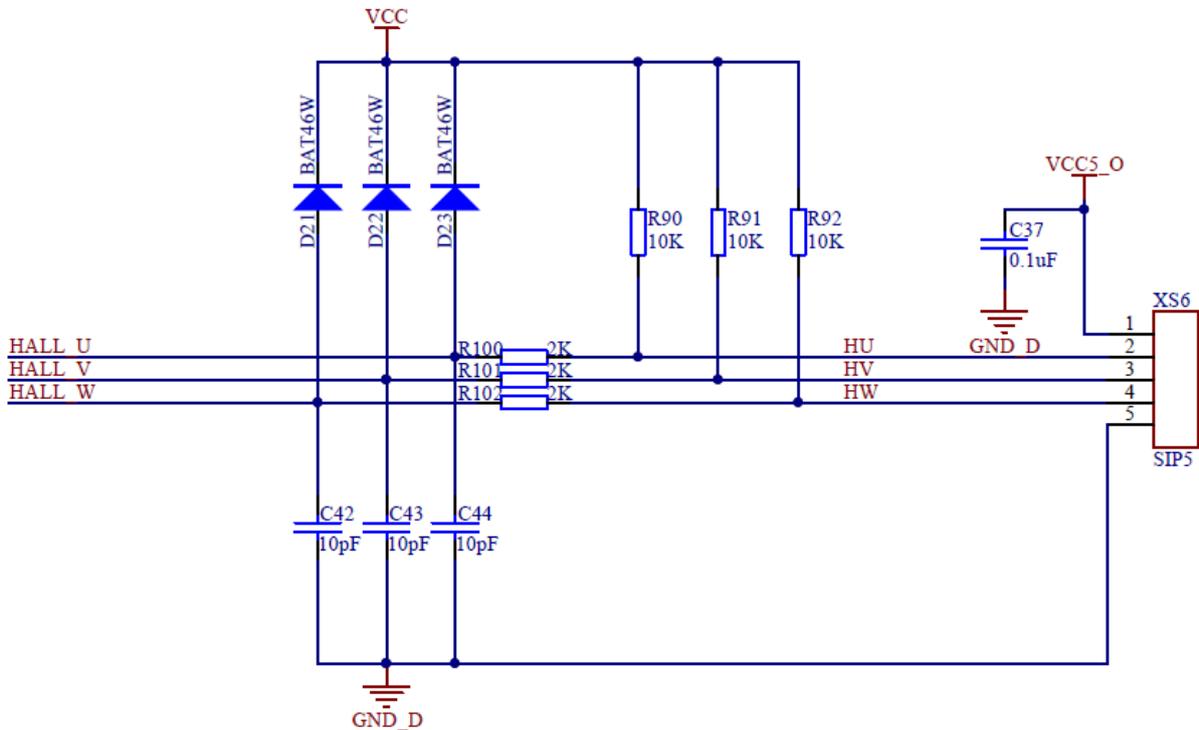


图 2-6 霍尔接口电路

- ◆ 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、VCC 和 GND 网络接在相应的接线端口上。
- ◆ 其中 D21、D22、D23 起到钳位作用，当 HALL 信号电压高于 VCC 时，会被钳位到 VCC 电压，防止击坏芯片引脚。
- ◆ C42、C43、C44 可以滤掉小脉冲可以自己调整。
- ◆ R90、R91、R92 三个上拉电阻可以将 HALL 信号拉至高电平。

2.4.2 反电势

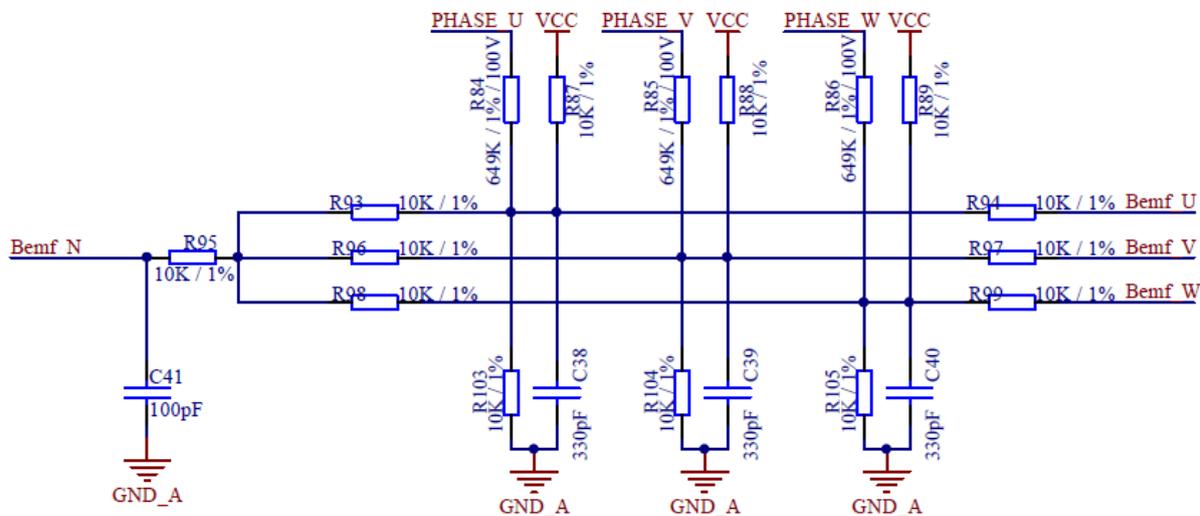


图 2-7 反电势采样电路

- ◆ 若电机采用反电势电路检测转子位置，无需在 QE1 或 HALL 接口上接线。反电势电路的电阻器件的阻值可以调整，使分压后的电压范围在 $0.1 \cdot V_{CC} - 0.9 \cdot V_{CC}$ 区间。若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、R96、R98 的值过大则导致中性点电压信号较弱，不利于过零比较。

2.4.3 编码器

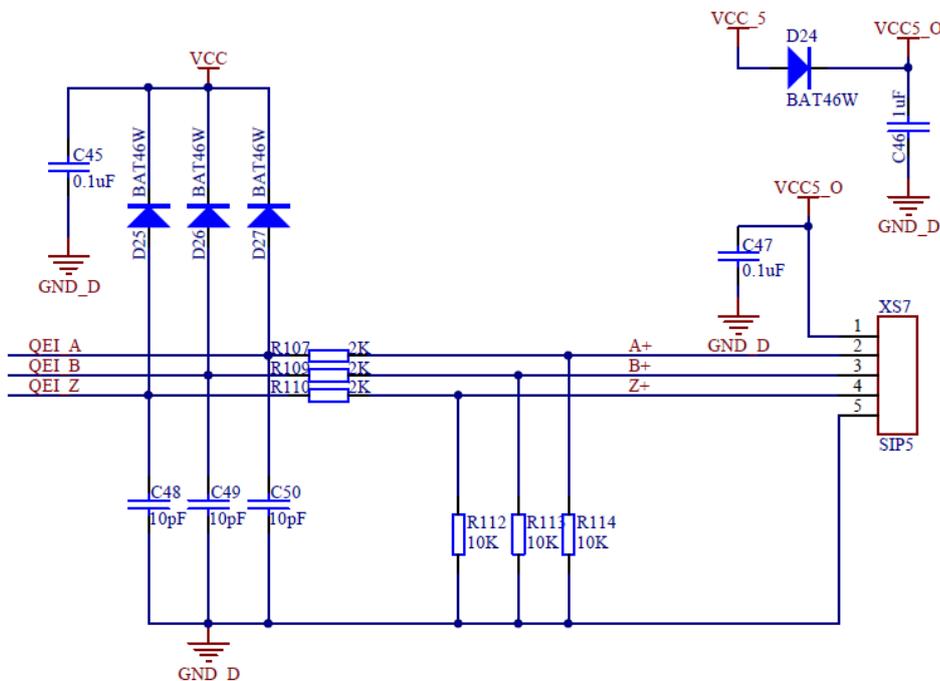


图 2-8 编码器接口电路

- ◆ 若电机采用编码器传感器检测转子位置，则需将对应的 QEI_A、QEI_B、QEI_Z、VCC 和 GND 网络接在相应的接线端口上。C48、C49、C50 为滤波电容可以自己调整，滤除编码器信号的高频干扰。

2.4.4 电流采样

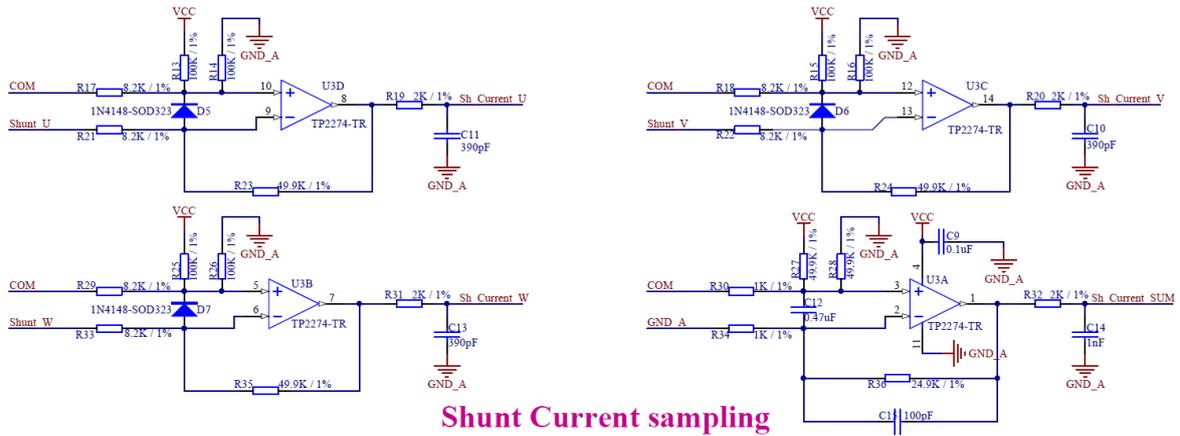


图 2-9 三电阻采样电路

2.5 通信端口与显示电路

2.5.1 烧录口

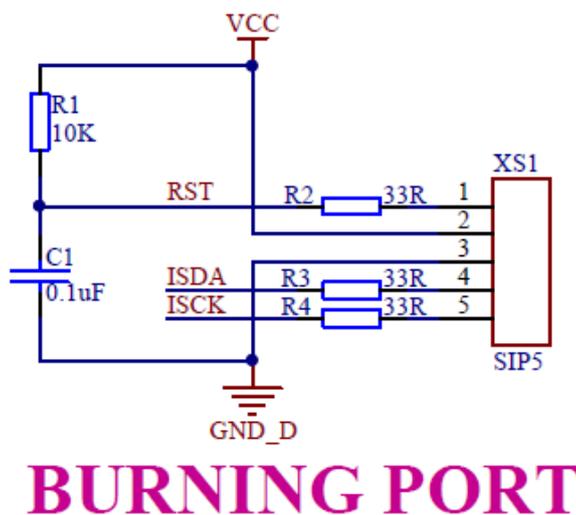


图 2-13 烧录接口

本开发板选择结构简单的串行调试方式(Serial Wire Debug)。与 JTAG 的 20 个引脚相比, SWD 只需要 5 个引脚 (MRST、VCC、GND、ISDA 和 ISCKA)。SWD 比 JTAG 在高速模式下面更加可靠, 且占用的空间很小。在调试时, 可以把 SW4 跳线帽取下, 让 VCC 与高电压网络分开, 不仅不会影响到 VCC 供电的电路工作, 还可以防止高电压意外击穿仿真器或 PC。

2.5.2 SPI

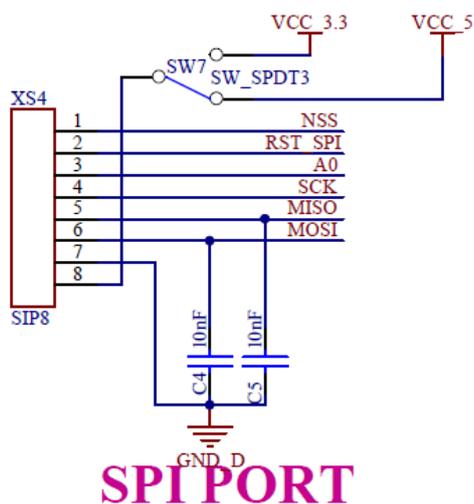


图 2-14 SPI 接口

本开发板设有 SPI 通信端口, 8 个引脚依次为 NSS、RST_SPI、A0、SCK、MISO、MOSI、GND、VCC_3.3。

- ◆ 支持配套的 LCD 屏, 可以最大显示 4 行字符。

2.5.5 按键与LED

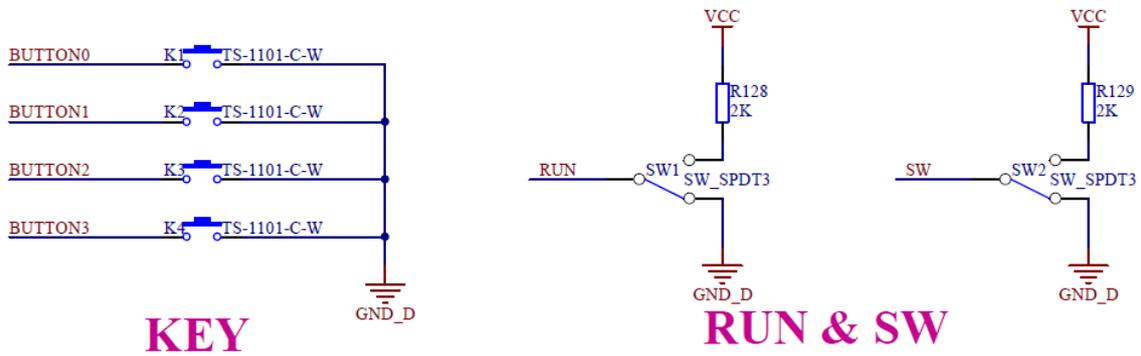


图 2-17 按键与开关

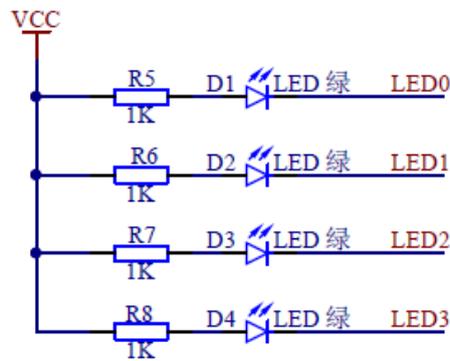


图 2-18 LED

本开发板预留了 4 个硅胶按键、4 个 LED、1 个左右转开关以及 1 个刹车开关。硅胶按键可配合 LCD 屏操作。

第3章 资源说明

3.1 电机规格

电压 24V

电流 0.5A

转速 2000RPM



3.2 驱动板接口

