

---

**SPD1179 Demo 开发板应用简介**

版本 A/0 – 2022 年 4 月

## 概述

SPD1179 是旋智科技针对 12~24V 车载应用推出的车规级高集成度电机驱动 SOC，主要应用在 EPS、车载天窗、车载水/油泵以及驾驶室空调风扇等车载系统。

这份文档集中讨论了围绕 SPD1179 设计的 Demo 开发板各部分硬件电路的实现功能。

## 目录

版本历史.....	3
1 开发板概述.....	4
2 原理图功能描述及元器件选型参考.....	5
2.1 硬件设置.....	5
2.2 电源及功率部分.....	6
2.2.1 电源滤波及防反电路.....	6
2.2.2 电荷泵功能介绍及电容选取参考.....	6
2.2.3 三相逆变电路设计参考.....	7
2.2.4 采样电阻信号的两种处理方式.....	8
2.3 其它部分.....	9
2.3.1 1.65V 输出跟随器.....	9
2.3.2 电机端电压检测电路.....	9
2.3.3 PWM 检测电路.....	9
2.3.4 LIN 通讯电路.....	10
2.3.5 SWD 烧录和 UART 接口.....	10
2.3.6 芯片工作模式切换电路.....	10
2.3.7 MON 电路.....	11

## 版本历史

表 3-1: 文档修订记录

版本	日期	作者	变更
A/0	2022-04-08	shuo.xu@spintrol.com	首次发布。

# 1 开发板概述



## 开发板功能简述

- 正常工作电压范围 5.5V ~ 40V，可面向最高 24V 电压输入的车载电机驱动应用场景
- 最大输出功率 200W
- 内部集成 LIN PHY 具备 LIN 通讯能力。
- 可实现单/三电阻电流采样，另有三电阻采样下的 1.65V 偏置运放计算电路
- 具备 PWM 信号给定与反馈功能
- 集成 1 路增益可选差分运算放大器，13 位 ADC，温度传感器，过流保护比较器
- 集成直流母线电压等多路电源域的 BOD 检测功能
- 主电源经过内部集成的 5V 和 3.3V LDO 为 SPD1179 芯片供电，无需再额外引入 3.3V
- 集成 VDD5EXT LDO 电路可为外部传感器供电
- 多数引脚具备 ECAP 功能，捕获输入电平
- 具备 UART、LIN、SPI 通信能力
- 集成电流型预驱模块，内含自举二极管，配合两级 Charge Pump 电容和旁路电容，可输出 100% 占空比
- 支持深度睡眠模式（电流低至 25uA）和 LIN/MON 引脚唤醒功能

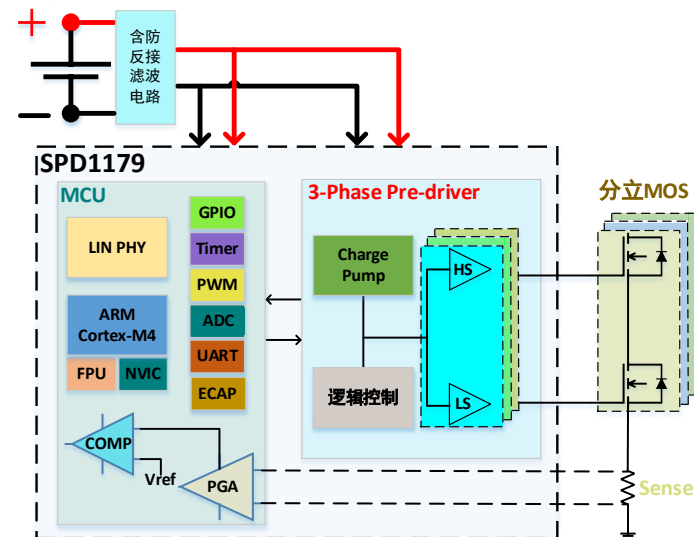
车规级 SPD1179 Demo 开发板主要由输入电源滤波电路（含防反功能），LIN 通讯，逆变电路及芯片相关外围硬件组成。其逆变部分由 6 个型号为 IPD100N06S4-03 分立式 MOS 搭建，最大工作电压可达 40V，MCU 为 Spintrol 公司的车规级芯片 SPD1179，QFN48，芯片结温为：-40°~150°。

SPD1179 芯片内部集成主频可达 100MHz ARM Cortex-M4 内核、1 路 PGA 及 Charge Pump 等优异的外设资源，结合板上电流采样电阻、偏置计算等电路，可进行三相 PMSM 相关控制算法验证。

板上预留 SWD 烧录接口、BOOT 及 TRSTn 操作开关以及 UART 通信接口，很方便进行程序烧录及电机运行的控制和监测。

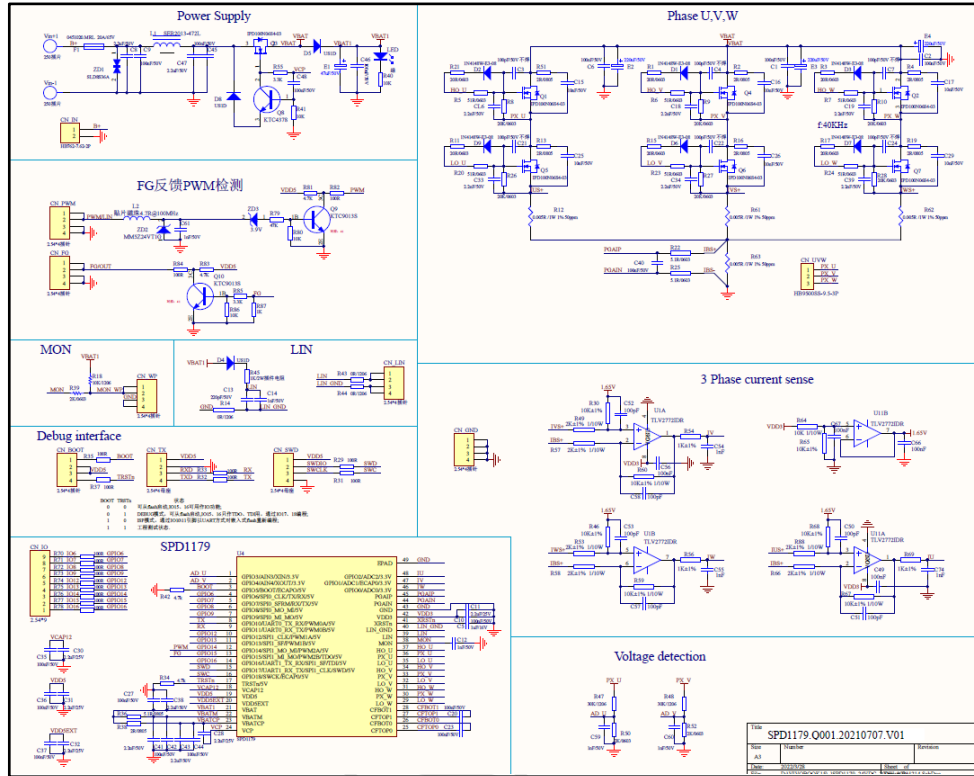
## 典型应用：

- EPS
- 车载天窗
- 车载水/油泵
- 驾驶室空调风扇



## 2 原理图功能描述及元器件选型参考

图 2-1: SPD1179.Q001.20210707.V01 原理图



### 2.1 硬件设置

在开发过程中，用户可根据需要，通过跳信帽对开发板功能做出调整，以满足项目需求。

表 2-1: 跳信帽选择

针座名称	功能描述	默认状态
CN_BOOT	芯片模式选择参照 Table 2-2	BOOT 置低，TRSTn 置高

表 2-2: 芯片工作模式切换

启动模式选择管脚		启动模式
BOOT	TRSTn	
1	0	ISP 模式
1	1	工程测试模式，该模式下芯片不能正常工作，任何时候都不要选择该模式
0	X	正常启动模式，从 Flash 存储器开始运行程序 特别说明：当 TRSTn 为高电平时，芯片调试接口处于有效状态

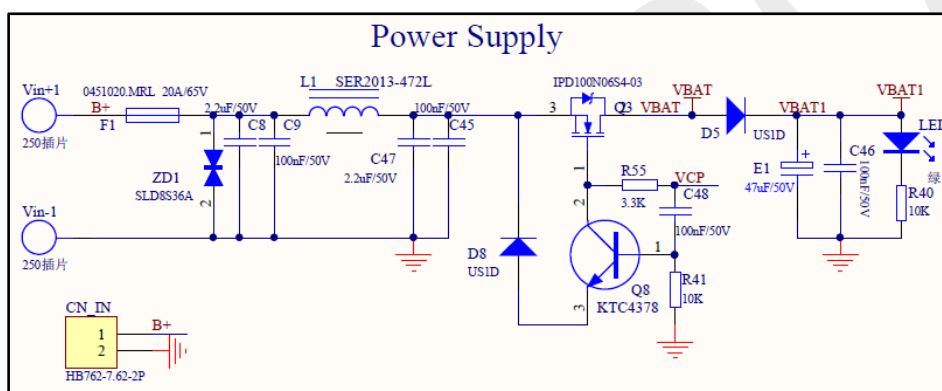
## 2.2 电源及功率部分

输入电源经过滤波及防反电路作为板上的主电源，再通过芯片内部集成的 LDO 生成所需工作电压。对采样电阻的信号处理存在两种方式，其一经过 1.65V 偏置运放计算电路再给到芯片引脚；其二可直接使用内部 PGA 模块进行处理再做过流保护判断，也可通过 ADC 采样解析为各相电流值。为满足各相高占空比输出的需要，内部的自举二极管配合芯片外围器件构成电荷泵，可使驱动信号输出较稳定的 100% 占空比。

### 2.2.1 电源滤波及防反电路

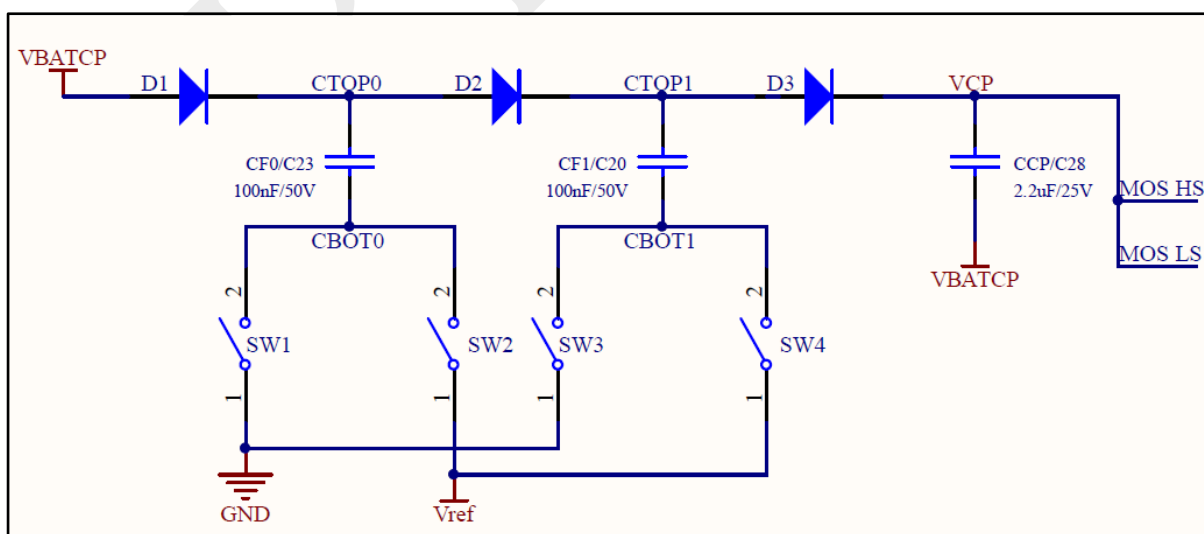
该部分通过一个三极管和 MOSFET 实现电源的防反接功能，在正向输入时，三极管截止，Q3 导通，LED 灯亮；反接时，三极管导通，Q3 关闭，VBAT1 没有输出，LED 灯灭。

图 2-2: 电源滤波及防反电路



### 2.2.2 电荷泵功能介绍及电容选取参考

图 2-3: 电荷泵工作原理示意图



电荷泵模块包含 2 个飞跨电容 CF0 和 CF1，分别接于 CFTOP0 和 CFBOT0 以及 CFTOP1 和 CFBOT1 两点之间，每个飞跨电容推荐值为 100nF；而电荷泵的旁路电容 CCP 连接于

VCP 与 VBATCP 之间，其推荐值为 2.2uF。由于 SPD1179 为电流型预驱结构，无需在芯片外围额外增加 3 路自举电容为 MOS 供电。

其它部分电路电容的选型值参见下表。

表 2-3: 其它电源域电容选型参考值

元件符号	作用	选取基本原则
CVDD3	3.3V 电容	至少要保证 2.2uF+0.1uf 的配置。
CDVDD5	5V 电容	至少要保证 2.2uF+0.1uf 的配置。
CDVDD5EXT	外部 5V 供电电容	至少要保证 2.2uF+0.1uf 的配置。
CVCAP12	系统 1.2V 电容	Pin18 的 VCAP12 引脚至少要保证 2.2uF+0.1uf 的配置。

### 2.2.3 三相逆变电路设计参考

三相逆变电路是通过控制逆变桥上的 6 个 MOS 管的导通或关断来驱动 PMSM 或 BLDC，是功率模块中最为核心的部分。Demo 上按照单/三电阻采样来设计。

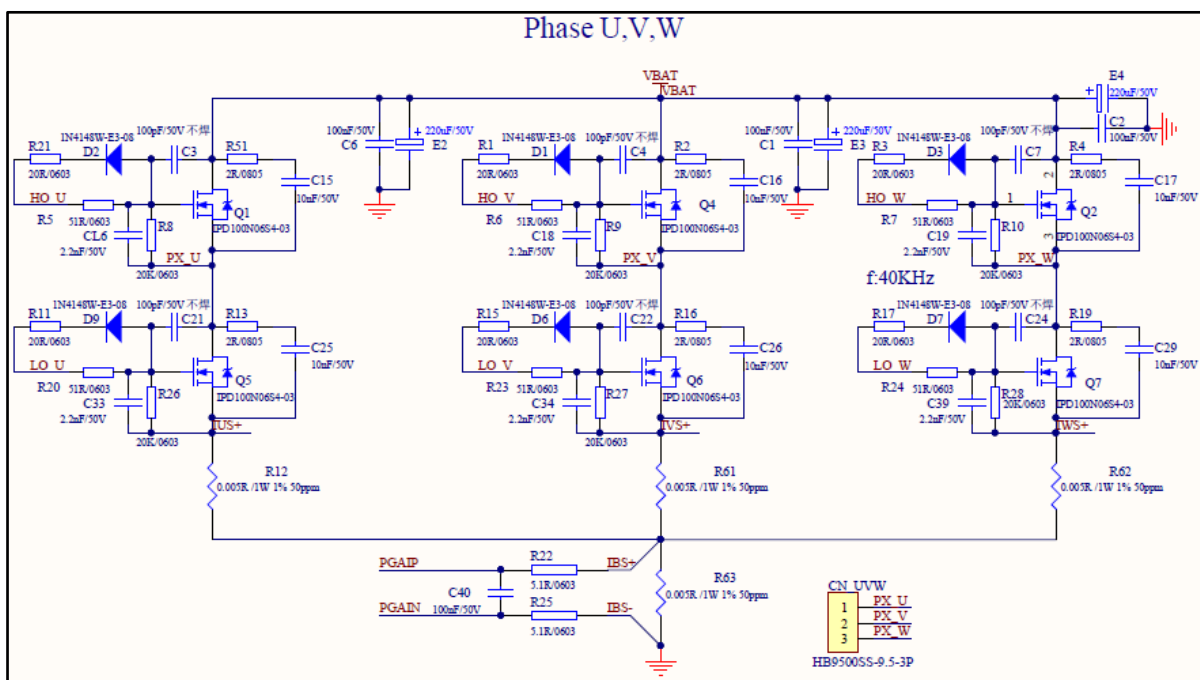
1) 驱动电阻 R 的选择：考虑到布线导致的寄生电感 L 以及 MOS 自身 C<sub>gs</sub> 的影响，MOS 驱动电路可等效成一个 RLC 串联电路，为一个二阶传函，而 MOS 管的栅源极电压一般都不希望出现上下震荡波形，故希望系统工作在临界阻尼和过阻尼状态，这就要求根分布在左半实轴上，故需使：

$$R \geq 2 \frac{\sqrt{LC_{gs}}}{C_{gs}}$$

式中 L 为 PCB 上的走线电感，取 L=Length+10nH，其中 Length 单位为 mm。C<sub>gs</sub> 即为栅源极电容，可参照 MOS 数据手册即可。依据上述理论，板上的驱动电阻推荐值为 51ohm。

2) 一般情况下，MOS 的关断时间大于导通时间，故为增大 C<sub>gs</sub> 的泄放电流，提高 MOS 的关闭速度，在驱动电阻两端并联二极管和 20ohm 电阻即可。

图 2-4: 三相逆变电路



### 2.2.4 采样电阻信号的两种处理方式

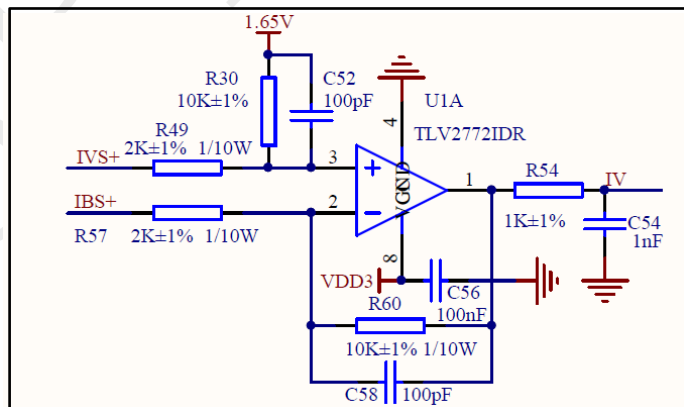
#### 1) 1.65V 偏置运放电路

由于 SPD1179 仅含有 1 路 PGA，在三电阻采样模式下，需使用外部的 3 路 1.65V 偏置运放电路处理采样信号，下面例举其中一路说明。

IVS+与 IBS+之间电压为 V 相采样电阻两端电压，进入 1.65V 偏置运放计算电路后，经过后级 RC 滤波电路再送入芯片引脚，输入输出关系如下：

$$U_{IV} = 1.65 + 5 * U_{IVS+}$$

图 2-5: 1.65V 偏置运放计算电路



#### 2) 内部 PGA 放大后采样

仅适用于单电阻采样模式。如图 2-4 所示，采样电阻两端电压经过 R22, R25 和 C40 滤波后直接送进芯片端 44 和 45 引脚，在其内部执行偏置与放大计算。

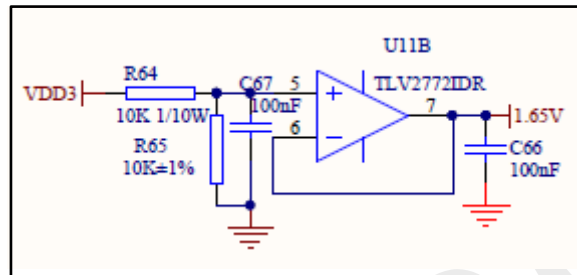


## 2.3 其它部分

### 2.3.1 1.65V 输出跟随器

该电路通过跟随器输出 1.65V，用于三电阻采样信号的偏置计算。

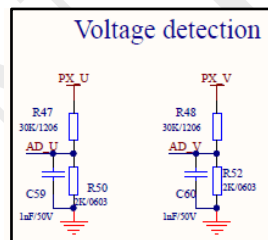
图 2-6: 1.65V 输出跟随器



### 2.3.2 电机端电压检测电路

SPD1179 内部集成反电势检测电路，外置端电压分压电路用于精度比较。

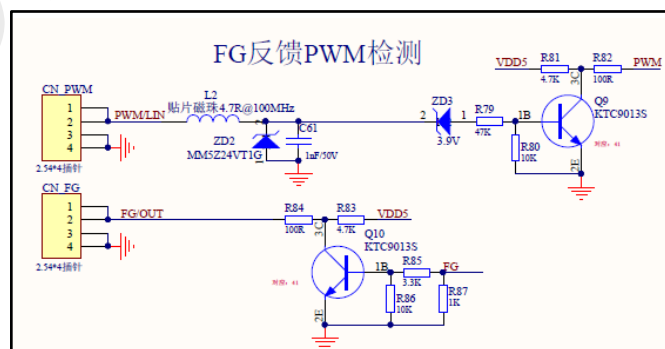
图 2-7: 电机端电压检测电路



### 2.3.3 PWM 检测电路

用于检测 PWM 占空比形式的指令给定与反馈输出信号。

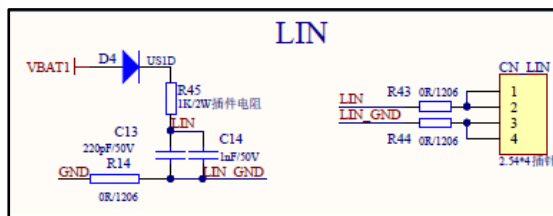
图 2-8: PWM 检测电路



### 2.3.4 LIN 通讯电路

SPD1179 作为车规级芯片，内部集成了特有的 LIN PHY 模块，具备 LIN 通讯功能。

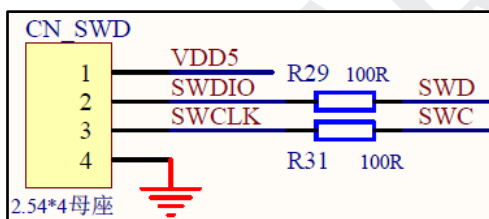
图 2-9: LIN 通讯电路



### 2.3.5 SWD 烧录和 UART 接口

使用 SWD 协议烧录程序时，与仿真器的接线仅需 IO15: SWD IO16: SWCK 以及 GND；USB 转串口分别连至 RX (GPIO9)、TX (GPIO8) 以及 GND 即可，用于后期电机软件的调试。

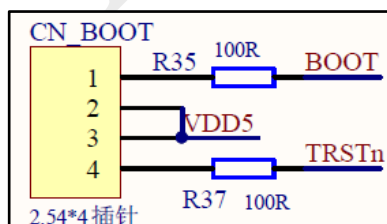
图 2-10: SWD 烧录和 UART 接口



### 2.3.6 芯片工作模式切换电路

用户可根据表 2-2 对芯片工作模式做出选择。

图 2-11: 芯片工作模式切换电路



### 2.3.7 MON 电路

MON 引脚与芯片内部的 VBAT/2 比较可输出高低电平，也可在芯片处于 sleep mode 下通过 MON 引脚唤醒。

图 2-12: MON 电路

