



直流无刷电机开发平台 – FOC-EVB 硬件说明

版本：V1.00 日期：2020-04-30

www.holtek.com

目录

1. 简介	3
2. 硬件设定	4
2-1 串行线调试接口开关	4
2-2 SWD-10P 端口	5
2-3 Type B Micro USB 端口	5
2-4 目标 MCU 电源电压 +VDD 设定	6
2-5 电源端口	6
2-6 位于板背面的启动选项的设定	6
2-7 高速外部晶体振荡器 (HSE) 选项设定	6
2-8 低速外部晶体振荡器 (LSE) 选项设定	6
2-9 USART TX 和 RX 引脚连接设定	7
2-10 e-Link32 Lite USART TX, RX 端口	7
2-11 扩展连接器 P6 引脚定义	7
2-12 扩展连接器 P7 引脚定义	8
2-13 电源板连接器 P1 引脚定义	9
3. 电路原理图	9
3-1 目标 MCU 引脚规划及外设电路图	9
3-2 目标 MCU 测试用引脚的端口	12
3-3 电机霍尔传感器及温度传感器信号反馈电路	12
3-4 相电流反馈电路	12
3-5 过电流保护电路	14
3-6 反馈信号的低通滤波电路	14
3-7 USB 端口 5V 转 3.3V LDO 电路	15
3-8 电源端口及目标 MCU 电源选择端口	15
3-9 UART 电平提升电路	16
3-10 烧录引脚指拨开关电路	16
3-11 复位按钮及测试用按钮	16
3-12 旋钮型可变电阻测试电路	17
3-13 电源显示 LED 及测试用 LED 电路	17
4. PCB 布局	17
5. BOM 列表	18

1. 简介

直流无刷电机开发平台 FOC-EVB 如图 1-1 所示，其采用直流无刷电机驱动专用 MCU，盛群 32 位 Arm® Cortex®-M0+ 高性能、低功耗微控制器 HT32F65240，针对 Cortex®-M0+ 入门而设计，提供您低成本的平台，体验快速开发的便利性，实现从评估、开发到生产的完整解决方案。此外，EVB 内建 e-Link32 Lite，可直接通过 USB 线连接至 Keil μVision 的程序开发环境，并供标准 C 语言进行开发或在线仿真的测试。另外，也可同时连接至直流无刷电机开发平台，进行在线实时的控制参数调整及动态响应的观测。使用者也可根据其应用电压 / 电流的范围，选择对应合适的电源板结合使用。其中，电源板可分为：高压交流电源板、中压直流电源板及低压直流电源板。

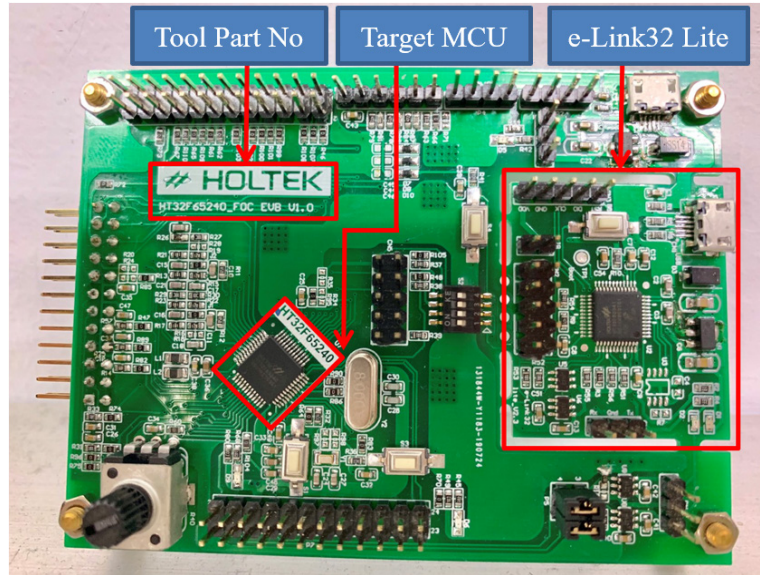


图 1-1 直流无刷电机开发平台 FOC-EVB

特色

- 工作频率最高可达 60MHz
- 64KB Flash、8KB SRAM
- 使用 HT32 高效能微控制器，内建定时器、I²C、SPI、USART、UART、PDMA、硬件除法器 (DIV)、12-bit A/D 转换器、OPA 及 CMP 等外设
- 由目标板和 e-Link32 Lite USB 调试适配器组成
- 使用目标板外部电源，或通过 e-Link32 Lite USB 供电，可选择 5V 或 3.3V 供电

2. 硬件设定

图 2-1 为直流无刷电机开发平台的 FOC-EVB 元器件摆置图，此章节将逐步详细介绍电路板的对外的 I/O 端口及各开关、跳接电阻所代表的状态，详如下表 2-1~ 表 2-16 所示。

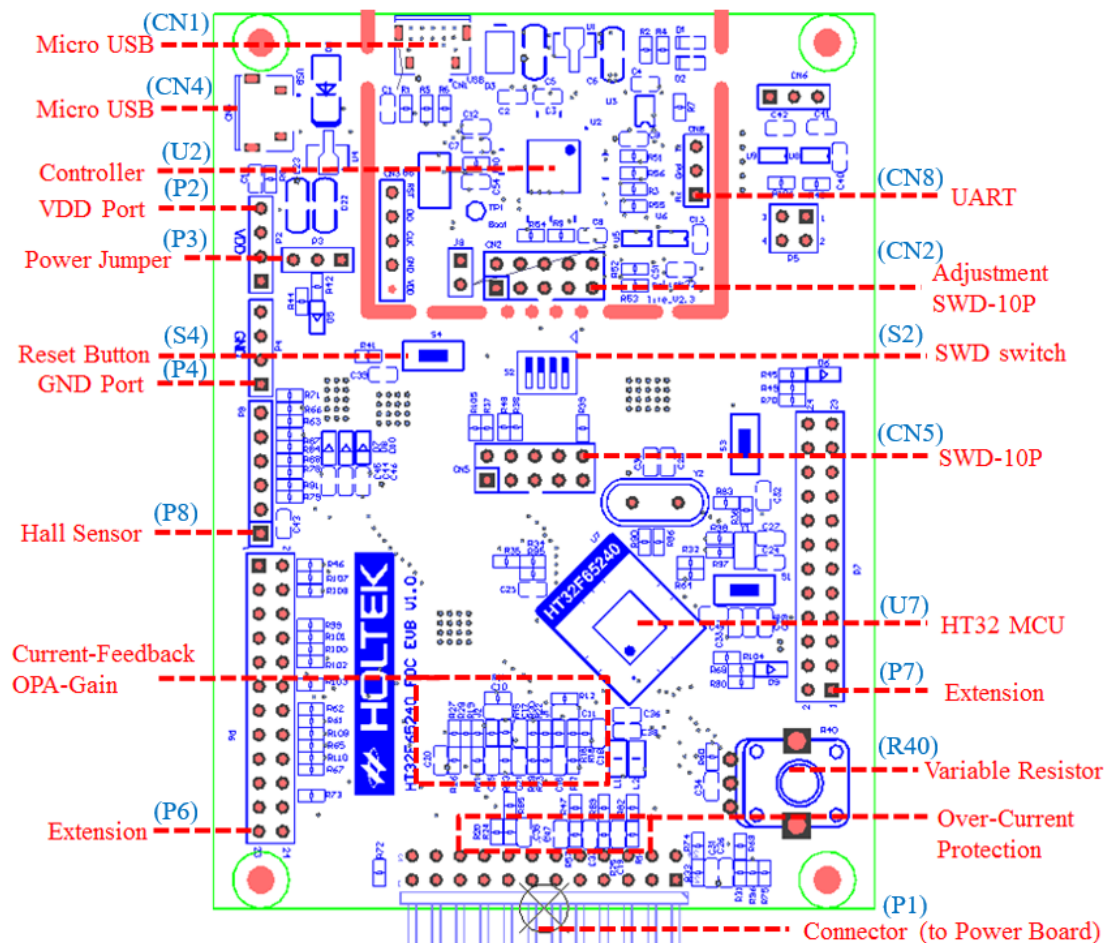


图 2-1 直流无刷电机开发平台 FOC-EVB 元器件摆置图

2-1 串行线调试接口开关

指拨开关元件 S2 用于连接 / 切断 e-Link32 Lite 与目标 MCU 的程序代码烧录端口，其状态详如表 2-1 所示：

S2	设定
	指拨开关 S2 切至 ON，目标 MCU 的 SWD 接口端口与 e-Link32 Lite 的 SWD 接口端口连接，故使用者可从 CN1 通过 Micro USB 线连接至 PC，对目标 MCU 进行程序代码的烧录或在线仿真测试。
	指拨开关 S2 切至 OFF，目标 MCU 的 SWD 接口端口与 e-Link32 Lite 的 SWD 接口端口断开，故使用者需从 CN5 连接至外部烧录器，对目标 MCU 进行程序代码的烧录或在线仿真测试 – 默认状态。

表 2-1 串行线调试接口开关设定 – S2

2-2 SWD-10P 端口

SWD-10P 端口为 FOC-EVB 连接至外部烧录器的端口，包含元件 CN2 及 CN5，其引脚定义如图 2-2 及表 2-2 所示：

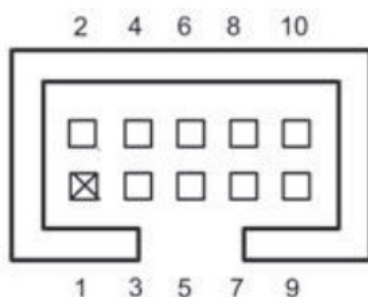


图 2-2 SWD-10P 端口元件示意图 – CN2, CN5

引脚编号	定义	引脚编号	定义
1	+VDD	2	SWDIO
3	GND	4	SWCLK
5	GND	6	NC
7	NC	8	NC
9	GND	10	Reset

表 2-2 SWD-10 端口引脚定义 – CN2, CN5

2-3 Type B Micro USB 端口

当 S2 切至 ON，使用者可直接通过 Micro USB CN1，进行程序代码的烧录或在线仿真测试。

而 Micro USB CN4 仅做为供电 5V 转 3.3V 使用，无法进行程序代码烧录或在线仿真测试。其 Type B Micro USB 端口引脚定义如图 2-3 及表 2-3 所示：

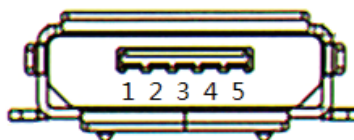


图 2-3 Type B Micro USB 端口元件示意图 – CN1, CN4

引脚编号	定义	引脚编号	定义
1	DC+5V	2	D-
3	D+	4	NC
5	GND	—	—

表 2-3 Type B Micro USB 端口引脚定义 – CN1, CN4

2-4 目标 MCU 电源电压 +VDD 设定

使用者可通过端口 P3 选择目标 MCU 的电源电压，分为 5V 和 3.3V。其详情如表 2-4 所示：

P3	设定
	将 P3 端口的 +VDD 与 5V 短路，目标 MCU 电源电压选择为 5V – 默认状态。
	将 P3 端口的 +VDD 与 3.3V 短路，目标 MCU 电源电压选择为 3.3V，此电源来自 Micro USB CN4，经由 3.3V LDO U4 输出。

表 2-4 目标 MCU 电源电压 +VDD 设定 – P3

2-5 电源端口

P2 和 P4 为电源端口，分别代表 +VDD 及 GND，其详情如表 2-5 所示：

端口编号	定义
P2	端口 P3 的 +VDD 选择 5V 或 3.3V 将影响此端口 P2 的电压值。
P4	P4 为 GND 端口。

表 2-5 电源端口的定义 – P2, P4

2-6 位于板背面的启动选项的设定

建议使用者在默认环境下进行 FOC 项目的开发。其跳接电阻元件 R34 及 R35 所代表的状态如表 2-6 所示：

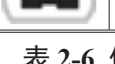
R34	R35	设定
		开路 R35，目标 MCU 从主 Flash 启动 – 默认状态。
		
		短路 R35，目标 MCU 从 bootloader 启动 – ISP。

表 2-6 位于板背面的启动选项的设定 – R34, R35

2-7 高速外部晶体振荡器 (HSE) 选项设定

建议使用者在默认环境下进行 FOC 项目的开发。将 R86 及 R90 短路，则目标 MCU 的 XTALIN 及 XTALOUT 引脚将与外部振荡器 Y2 连接，其跳接电阻元件 R86 及 R90 所代表的状态如表 2-7 所示：

R86, R90	设定
	短路 R86 和 R90，HSE I/O 引脚连接至 Y2，开启 HSE – 默认状态。
	开路 R86 和 R90，HSE I/O 引脚与 Y2 断开连接，开启 HSI。

表 2-7 高速外部晶体振荡器 (HSE) 选项设定 – R86, R90

2-8 低速外部晶体振荡器 (LSE) 选项设定

建议使用者在默认环境下进行 FOC 项目的开发，将 R97 及 R98 开路，则目标 MCU 的 X32KIN 及 X32KOUT 引脚将与外部振荡器 Y1 断开，其跳接电阻元件 R97 及 R98 所代表的状态如表 2-8 所示：

R97, R98	设定
	短路 R97 和 R98，LSE I/O 引脚连接至 Y1，开启 LSE。
	开路 R97 和 R98，LSE I/O 引脚与 Y1 断开连接，开启 LSI – 默认状态。

表 2-8 低速外部晶体振荡器 (LSE) 选项设定 – R97, R98

2-9 USART TX 和 RX 引脚连接设定

建议使用者在默认环境下进行 FOC 项目的开发。利用短路引脚将端口 P5 的 Pin1 连接至 Pin2，Pin3 连接至 Pin4，如此，使用者可通过 Micro USB 端口 CN1，将目标 MCU 连接至直流无刷电机开发平台，且此 CN1 也可同时连接至 Keil 做在线仿真测试。

当不做短路引脚的跳接时，若使用者欲将目标 MCU 连接至直流无刷电机开发平台时，则需由端口 P7 的引脚 PA1 及 PA3 连接至外部的 UART-to-USB 转换器，以连接至 PC 端的直流无刷电机开发平台。其短路引脚的定义如表 2-9 所示：

P5 (Pin1-to-Pin2, Pin3-to-Pin4)	设定
	短路 P5 的 Pin1 到 Pin2，且短路 P5 的 Pin3 到 Pin4，则目标 MCU USART-TX 引脚和 USART-RX 引脚连接到 USART 电平转换 IC，使用者可从 CN1 发射 / 接收数据。
	开路，目标 MCU USART-TX 引脚和 USART-RX 引脚不连接到 USART 电平转换 IC，所以使用者仅可从 P7 发射 / 接收数据。

表 2-9 USART 的 TX, RX 与 USART 电平转换芯片间的短路引脚设定 – P5

2-10 e-Link32 Lite USART TX, RX 端口

当使用者有将端口 P5 的引脚进行跳接时 (Pin1-to-Pin2、Pin3-to-Pin4)，则 CN8 为连接至直流无刷电机开发平台的 USART 端口，详如表 2-10 所示。

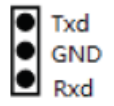
CN8	设定
	三个 USART 连接器引脚：USART-TX、GND 和 USART-RX。e-Link32 Lite 将从 USART-TX 发送数据并从 USART-RX 引脚接收数据。

表 2-10 e-Link32 Lite USART Port 设定 – CN8

2-11 扩展连接器 P6 引脚定义

FOC-EVB 供使用者方便测量信号及测试，已将目标 MCU 的部分引脚拉出至端口 P6，其详细定义如图 2-4 及表 2-11 所示：

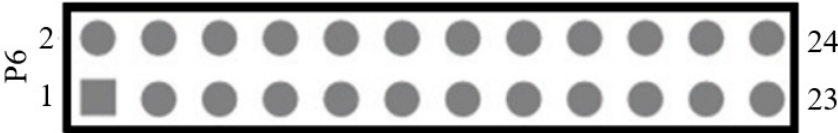


图 2-4 扩展连接器 P6 元件示意图

引脚编号	定义	引脚编号	定义
1	Hall Sensor A	2	PWM AB
3	GPIO (PA9)	4	PWM AT
5	Hall Sensor B	6	GPIO (PB4)
7	Hall Sensor C	8	OPA1 输出 (IA-out)
9	GPIO (PA12)	10	OPA1 反相输入 (IA-)
11	GPIO (PA13)	12	OPA1 同相输入 (IA+)
13	PWM CB	14	OPA0 输出 (IB-out)
15	PWM CT	16	OPA0 反相输入 (IB-)
17	PWM BB	18	OPA0 同相输入 (IB+)
19	PWM BT	20	GPIO (PB8)
21	VDD_2	22	VDDA
23	VSS_2	24	VSSA

表 2-11 扩展连接器 P6 引脚定义

2-12 扩展连接器 P7 引脚定义

FOC-EVB 供用户方便测量信号及测试，已将目标 MCU 的部分引脚拉出至端口 P7，其详细定义如图 2-5 及表 2-12 所示：

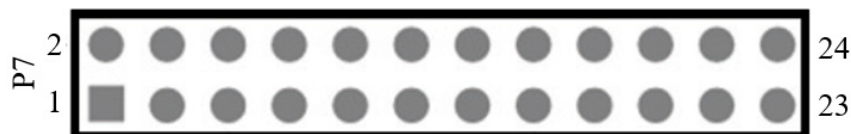


图 2-5 扩展连接器 P7 元件示意图

引脚编号	定义	引脚编号	定义
1	GPIO (PA0)	2	CLDO
3	GPIO (PA1)	4	VDD_1
5	GPIO (PA2)	6	VSS_1
7	GPIO (PA3)	8	M_nRST
9	GPIO (PA4)	10	GPIO (PB9)
11	GPIO (PA5)	12	GPIO (PB10)
13	GPIO (PA6)	14	GPIO (PB11)
15	GPIO (PA7)	16	GPIO (PB12)
17	GPIO (PC4)	18	GPIO (PB13)
19	GPIO (PC5)	20	GPIO (PB14)
21	GPIO (PC6)	22	GPIO (PB15)
23	GPIO (PC7)	24	GPIO (PC0)

表 2-12 扩展连接器 P7 引脚定义

2-13 电源板连接器 P1 引脚定义

FOC-EVB 通过端口 P1 连接至电源板，其详细定义如图 2-6 及表 2-13 所示：

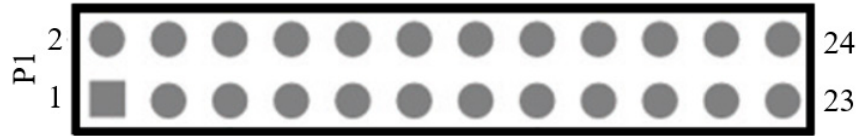


图 2-6 电源板连接器元件示意图 – P1

引脚编号	定义	引脚编号	定义
1	PWM CB	2	PWM BB
3	PWM CT	4	PWM BT
5	IPM 故障信号	6	PWM AB
7	+5V	8	PWM AT
9	GND	10	NC
11	IPM OCP 信号	12	NC
13	Ready 就绪信号	14	NC
15	NC	16	Ic 反馈信号
17	NC	18	Ib 反馈信号
19	NC	20	Ia 反馈信号
21	电源板 TEMP 反馈信号	22	-Idc 总线电流反馈信号
23	Vdc 反馈信号	24	GND, 电源地

表 2-13 电源板连接器引脚定义 – P1

3. 电路原理图

此章节将针对 FOC-EVB 的硬件电路搭配实际电路原理图做解说，详如下述第 3-1~3-13 节。

3-1 目标 MCU 引脚规划及外设电路图

图 3-1 为目标 MCU 引脚规划及其外设电路，在目标 MCU 引脚规划上，已将 FOC 控制上必定会用到的引脚强制定义，如表 3-1 所示。其它外设功能可依用户在应用上的需求开启使用，而硬件上需通过 0Ω 电阻将目标 MCU 的引脚与 FOC-EVB 的外设电路做连接，详如表 3-2 所示。

目标 MCU 引脚编号	功能定义	备注
2	USART RX 引脚	USART 用于与 PC 通信 (与直流无刷电机开发平台连接)
4	USART TX 引脚	USART 用于与 PC 通信 (与直流无刷电机开发平台连接)
25	HallA 信号输入	连接至电机霍尔传感器 A
27	HallB 信号输入	连接至电机霍尔传感器 B
28	HallC 信号输入	连接至电机霍尔传感器 C
31	PWM CB	通过 P1 连接至电源板
32	PWM CT	通过 P1 连接至电源板
33	PWM BB	通过 P1 连接至电源板

目标 MCU 引脚编号	功能定义	备注
34	PWM BT	通过 P1 连接至电源板
37	PWM AB	通过 P1 连接至电源板
38	PWM AT	通过 P1 连接至电源板
40	OPA0 Ib_Out	Ib 反馈的 OPA 输出引脚
41	OPA0 Ib-	Ib 反馈的 OPA 反相输入引脚
42	OPA0 Ib+	Ib 反馈的 OPA 同相输入引脚
43	OPA1 Ia_Out	Ia 反馈的 OPA 输出引脚
44	OPA1 Ia-	Ia 反馈的 OPA 反相输入引脚
45	OPA1 Ia+	Ia 反馈的 OPA 同相输入引脚

表 3-1 FOC-EVB 目标 MCU 固定功能的引脚

目标 MCU 引脚编号	0Ω 电阻	功能定义	备注
1	R66	电机 NTC 反馈	ADC0-IN5 读取电机温度
3	R74	Vdc 反馈	ADC0-IN7 读取直流链电压
5	R60	VR 反馈	ADC1-IN5 读取 R40 旋钮可变电阻分压值
6	R69	电源板 NTC 反馈	ADC1-IN6 读取电源板温度
7	R82	CMP0P	Ia 过电流保护输入引脚
8	R85	CMP0N	过电流保护外部 DAC 引脚
9	R89	CMP1P	Ib 过电流保护输入引脚
10	R75	IPM OCP 信号反馈	GPIO PC15 接收高压电源板 IPM 的过电流反馈信号
11	R47	CMP2P	Ic 过电流保护输入引脚
12	R104	LED2	GPIO PC7 输出至 LED D9
17	R64	Button1	PB9 接收按钮 S1 信号
18	R97	X32KOUT	LSE 引脚
19	R98	X32KIN	LSE 引脚
20	R83	Button2	PB12 接收按钮 S2 信号
21	R86	XTALIN	HSE 引脚
22	R90	XTALOUT	HSE 引脚
23	R96	RELAY 信号	GPIO PB15 输出信号至高压电源板的继电器
24	R70	LED1	GPIO PC0 输出至 LED D6
26	R95	BOOT 引脚	BOOT 引脚
29	R48	M SWCLK	SWD 接口引脚
30	R105	M SWDIO	SWD 接口引脚
39	R72	IPM 故障信号反馈	GPIO PB4 接收高压电源板 IPM 的故障信号

表 3-2 FOC-EVB 目标 MCU 的外设功能引脚

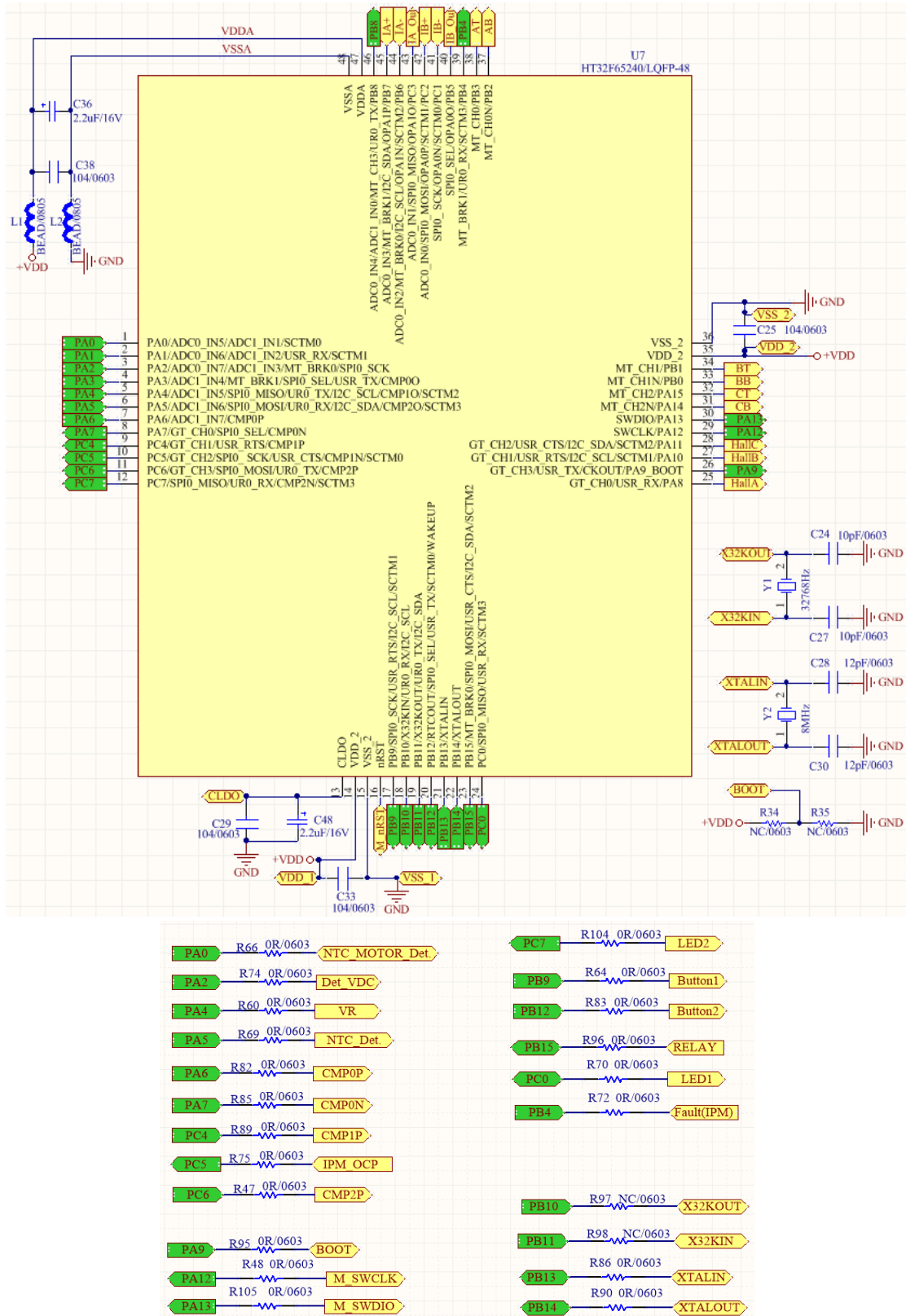


图 3-1 目标 MCU 引脚规划及外设电路图

3-2 目标 MCU 测试用引脚的端口

图 3-2 为目标 MCU 信号测试用端口，分别为 P6 及 P7。使用者可利用此两端口测量反馈信号，如 Ia、Ib、Vdc、VR、电机 NTC、电源板 NTC，或输入 / 输出的数字信号，如 PWM AT~CB、Hall A~C、OCP 信号、高压板的 IPM 信号，此外使用者可利用未被规划使用的 GPIO 做程序开发中的测试。

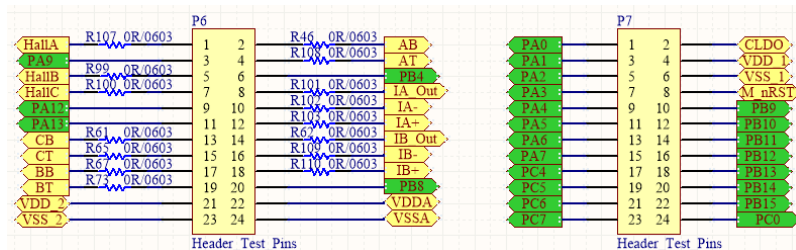


图 3-2 目标 MCU 测试用引脚的端口

3-3 电机霍尔传感器及温度传感器信号反馈电路

图 3-3 为电机霍尔传感器反馈及温度传感器反馈电路，其中霍尔传感器信号输入后，先经 4.7kΩ 的上拉电阻至 +VDD，再经由低通滤波器做滤波，才输入到目标 MCU 的数字引脚。而电机 NTC 反馈信号经由电阻 R63 连接 +VDD，并利用 +VDD 于 R63 与 NTC 的分压，将电机温度信号反馈至目标 MCU 的 ADC1-IN1 模拟 / 数字转换引脚。

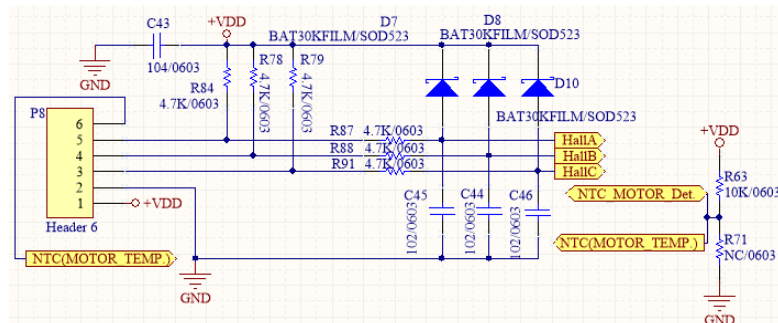


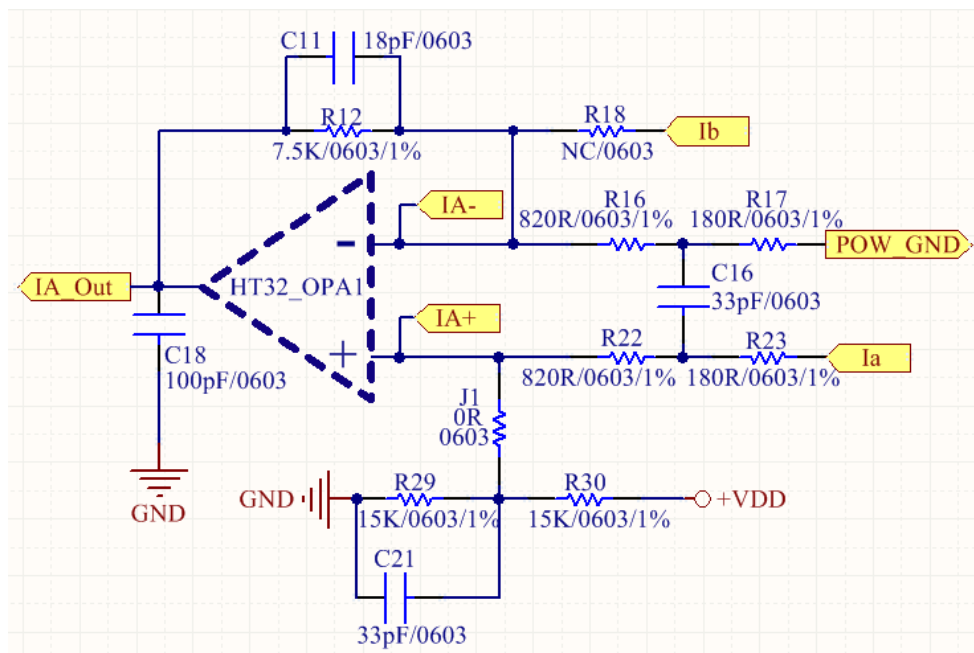
图 3-3 电机霍尔传感器及温度传感器信号反馈电路 (Ha, Hb, Hc, Temp)

3-4 相电流反馈电路

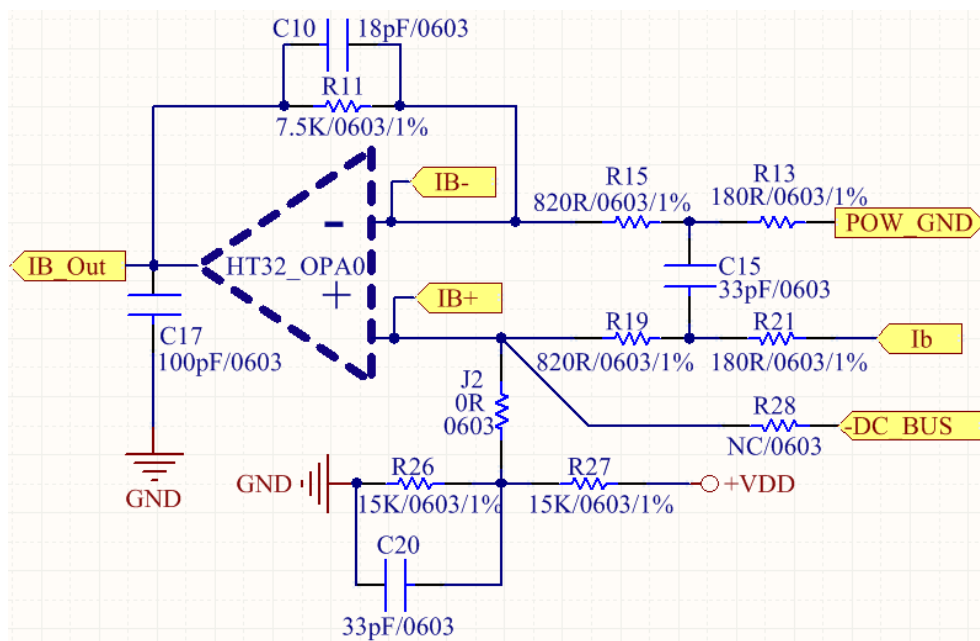
图 3-4 为电机相电流反馈电路，其中 Ia 通过目标 MCU 内部的 OPA1 做差分放大；Ib 通过目标 MCU 内部的 OPA0 做差分放大。其放大倍率的计算如表 3-3 所示。而 FOC-EVB 硬件默认为将 R18 及 R22 开路、J1 及 J2 以 0Ω 电阻做短路。

Ia 反馈 – OPA1 放大器的设计	Ib 反馈 – OPA0 放大器的设计
$R16=R22;$ $R17=R23;$ $R29=R30=2 \times R12;$ $OPA\ Gain=R12/(R16+R17)。$	$R15=R19;$ $R13=R21;$ $R26=R27=2 \times R11;$ $OPA\ Gain=R11/(R15+R13)。$
FOC-EVB OPA0 及 OPA1 默认放大倍率： $R16=R22=R15=R19=820\Omega;$ $R17=R23=R13=R21=180\Omega;$ $R12=R11=7.5k\Omega;$ $R29=R26=15\ k\Omega;$ $OPA0\ Gain=OPA1\ Gain=7.5。$	

表 3-3 FOC-EVB 电流反馈放大倍率设计



(a)



(b)

图 3-4 电机相电流反馈电路：a) Ia；(b) Ib

3-5 过电流保护电路

图 3-5 为过电流保护电路，其中用目标 MCU 内部的 CMP0 做 Ia 的过电流保护、用 CMP1 做 Ib 的过电流保护、用 CMP2 做 Ic 的过电流保护。另外，在程序寄存器设置上，能选择将比较器 CMPx 的反相输入端参考目标 MCU 外部硬件引脚 CMPxN 上的电压，并利用 R20 及 R24 的分压决定过电流保护电流值；或可设定为参考目标 MCU 内部的数字 DAC 值，其为 6 位分辨率，故比较器过电流保护的最小刻度为 $5V/63=0.079V$ 。最后，再通过比较器的内部暂存器设定，将 CMP0~CMP2 等三个比较器的反相输入端连接一起，即可做电机三相电流的过电流保护。

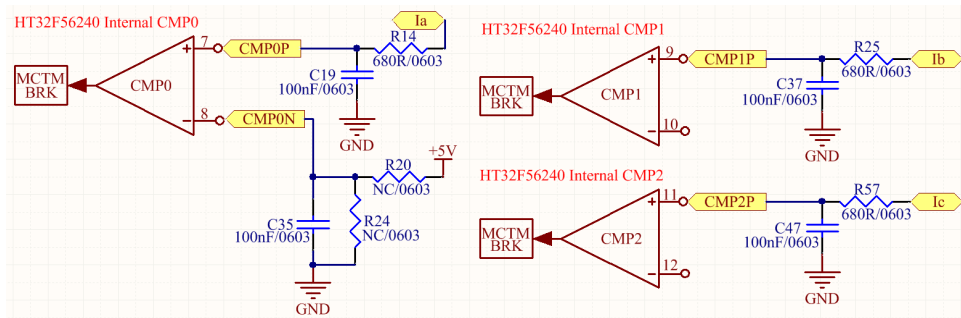


图 3-5 过电流保护电路 (Ia, Ib 及 Ic)

3-6 反馈信号的低通滤波电路

图 3-6 为反馈信号的低通滤波器，其中 R33 及 C31 为直流链电压反馈信号的滤波器元件，R31 及 C26 为电源板温度反馈信号的滤波器元件。

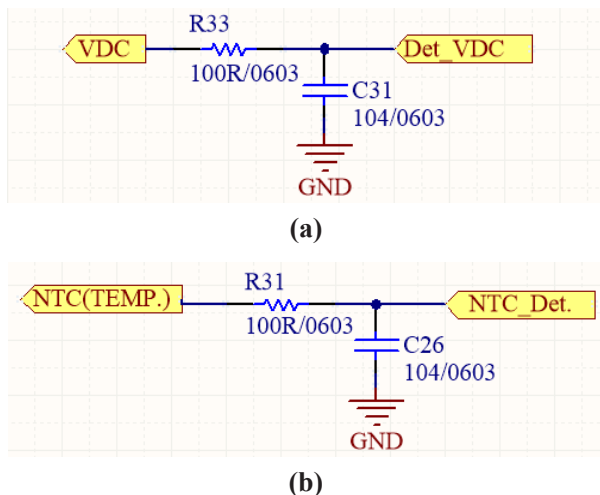


图 3-6 反馈信号的低通滤波电路：
(a) 直流链电压反馈信号；(b) 电源板温度反馈信号

3-7 USB 端口 5V 转 3.3V LDO 电路

如图 3-7，USB 端口 CN4 输入 5V，经由元器件 U4 3.3V LDO 将电源转换至 3.3V，而使用者可通过端口 P3 选择目标 MCU 的 +VDD 为 5V 或 3.3V。

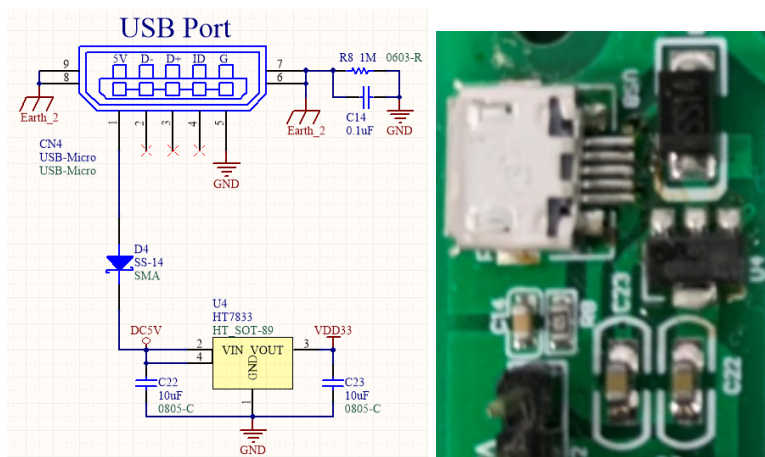


图 3-7 USB 端口 5V 转 3.3V LDO 电路

3-8 电源端口及目标 MCU 电源选择端口

图 3-8 为 FOC-EVB 电源端口，其中 P3 端口可使用短路引脚的方式决定目标 MCU 的 +VDD 要选择为 5V 或 3.3V，而硬件默认 +VDD 为 5V。

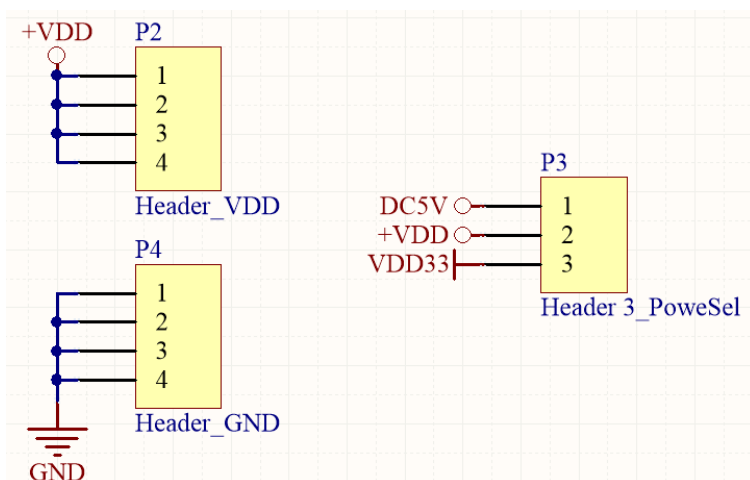


图 3-8 电源端口及目标 MCU 电源选择端口

3-9 UART 电平提升电路

图 3-9 为 UART 电平提升电路，其中元器件 U8 的数据方向为由 A 端到 B 端、元器件 U9 的数据方向为由 B 端到 A 端。而 A 端的电压电平为 VCCA，即 VDD_elink32 电压值、B 端的电压电平为 VCCB，即 +VDD 电压值。其中，VDD_elink32 为 e-Link32 Lite 的元器件 U1 3.3V LDO 输出电压。

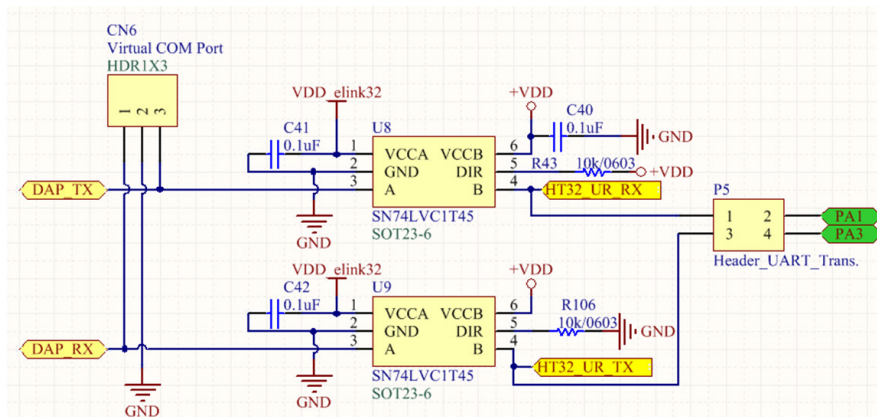


图 3-9 UART 电平提升电路

3-10 烧录引脚指拨开关电路

图 3-10 为目标 MCU 烧录引脚的指拨开关电路，其详细介绍如第 2-1 节所示。

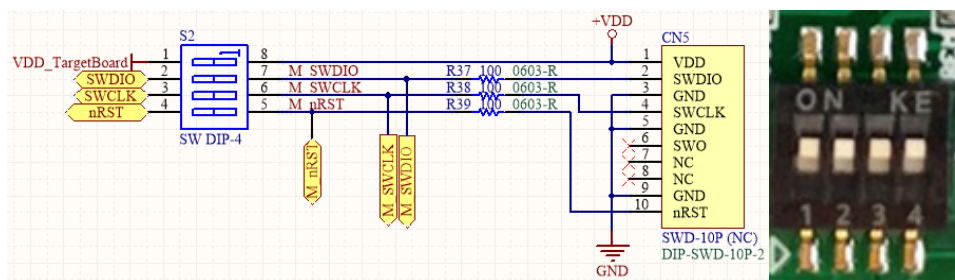


图 3-10 烧录引脚指拨开关电路

3-11 复位按钮及测试用按钮

图 3-11 为 FOC-EVB 的按钮开关，其中 S1 及 S3 为供使用者测试用的开关元件。S4 则是复位目标 MCU 时使用，当按下 S4 时，目标 MCU 的 nRST 引脚拉至 GND，使目标 MCU 复位。

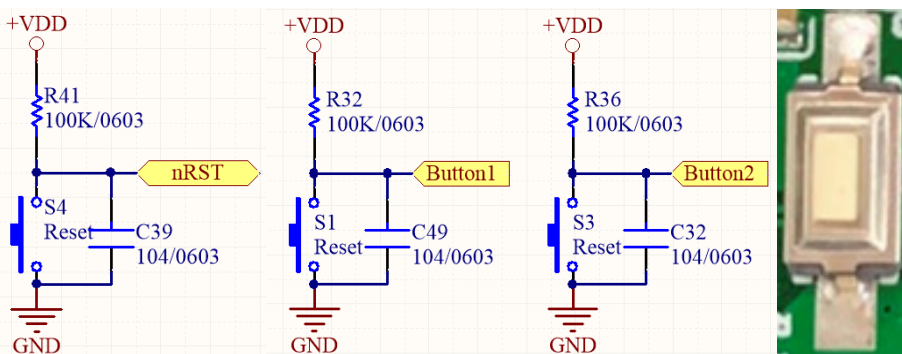


图 3-11 复位按钮及测试用按钮

3-12 旋钮型可变电阻测试电路

图 3-12 为旋钮型可变电阻测试电路，其输出的 VR 模拟电压信号连接至目标 MCU 的 ADC1-IN5 模拟 / 数字转换引脚。

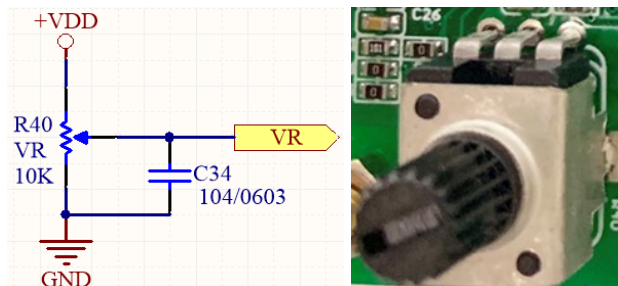


图 3-12 旋钮型可变电阻测试电路

3-13 电源显示 LED 及测试用 LED 电路

图 3-13 为电源显示 LED 及测试用 LED 电路，元件 D5 用于显示 FOC-EVB 电源，而元件 D6 及 D9 供使用者开发过程中测试用。

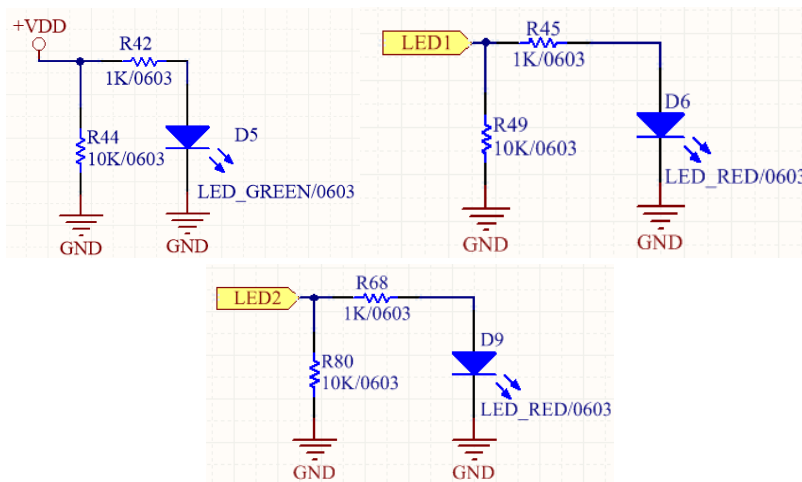


图 3-13 电源显示 LED 及测试用 LED 电路

4. PCB 布局

图 4-1 为 FOC-EVB 的 PCB 布局，其详细规格如表 4-1 所示。

电路板长 × 宽	70 × 94 (mm)
电路板厚度	1.6 (mm)
Layer 层数	2 (层)
铜箔厚度	1 (Oz)
电路板材	FR-4
防焊层颜色	绿色

表 4-1 FOC EVB 电路板之规格表

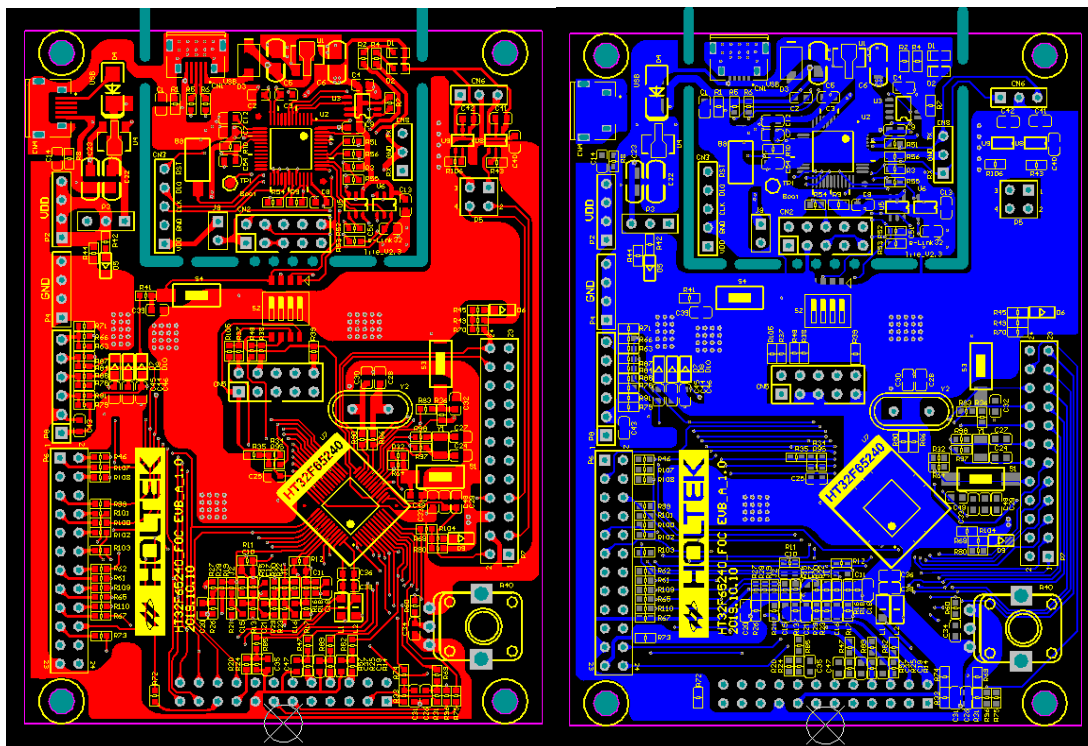


图 4-1 直流无刷电机开发平台 FOC-EVB PCB 布局: (a) 上层; (b) 下层

5. BOM 列表

表 5-1 为 FOC-EVB 的 BOM 列表, 此为单套电路板所需的全部元器件。

No.	Comment	Description	Designator	Quantity
1	10 μ F, 35V, $\pm$ 5%, 0805	MLCC 电容	C5, C6, C22, C23	4
2	0.1 μ F, 50V, $\pm$ 5%, 0603	MLCC 电容	C1, C7, C8, C9, C13, C14, C19, C25, C26, C29, C31, C32, C33, C34, C35, C37, C38, C39, C40, C41, C42, C43, C47, C49, C51	25
3	10nF, 50V, $\pm$ 5%, 0603	MLCC 电容	C54	1
4	1nF, 50V, $\pm$ 5%, 0603	MLCC 电容	C44, C45, C46	3
5	100pF, 50V, $\pm$ 5%, 0603	MLCC 电容	C17, C18	2
6	10pF, 50V, $\pm$ 5%, 0603	MLCC 电容	C24, C27	2
7	2.2 μ F, 35V, $\pm$ 10%, 0603	MLCC 电容	C12, C36, C48	3
8	47pF, 50V, $\pm$ 5%, 0603	MLCC 电容	C2, C3	2
9	33pF, 50V, $\pm$ 5%, 0603	MLCC 电容	C15, C16, C20, C21	4
10	18pF, 50V, $\pm$ 5%, 0603	MLCC 电容	C10, C11	2
11	12pF, 50V, $\pm$ 5%, 0603	MLCC 电容	C28, C30	2
12	USB-Micro, 27USB-05M10B-01G-CQ01	USB-Micro DIP	CN1, CN4	2
13	2 $\times$ 5Pin Connector, Pitch2.54mm, 180degree	5 脚排针, 双排	CN2, CN5	2
14	1 $\times$ 5Pin Connector, Pitch2.54mm, 180degree	5 脚排针	CN3	1
15	1 $\times$ 3Pin Connector, Pitch2.54mm, 180degree	3 脚排针	CN6, CN8	2
16	1 $\times$ 2Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	2 脚排针	J8	1
17	2 $\times$ 2Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	2 脚排针, 双排	P5	1
18	1 $\times$ 3Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	3 脚排针	P3	1
19	1 $\times$ 6Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	6 脚排针	P8	1

No.	Comment	Description	Designator	Quantity
20	1×4Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	4 脚排针	P2, P4	2
21	2×12Pin Connector, Pitch2.54mm, 180 degree	12 脚排针, 双排	P6, P7	2
22	2×12Pin Connector, Pitch2.54mm, 90 degree	12 脚排针, 双排, 直角	P1	1
23	SS-14, DO-214AC	肖特基二极管 (SBD)	D3, D4	2
24	LED, GREEN, 0603	典型红外 GaAs LED	D1, D5	2
25	LED, RED, 0603	典型红外 GaAs LED	D2, D6, D9	3
26	BAT30KFILM, SOD523	肖特基二极管 (SBD)	D7, D8, D10	3
27	PBY201209T-601Y-N, 0805	BEAD/0805	L1, L2	2
28	0Ω, 0603	SMD 电阻	J1, J2, R46, R47, R48, R60, R61, R62, R64, R65, R66, R67, R69, R70, R72, R73, R74, R75, R82, R83, R85, R86, R89, R90, R95, R96, R99, R100, R101, R102, R103, R104, R105, R107, R108, R109, R110	37
29	100Ω, 0603, ±5%	SMD 电阻	R31, R33, R37, R38, R39, R51, R52, R53, R54, R55, R56	11
30	1kΩ, 0603, ±5%	SMD 电阻	R42, R45, R68	3
31	10kΩ, 0603, ±5%	SMD 电阻	R3, R43, R44, R49, R63, R80, R106	7
32	100kΩ, 0603, ±5%	SMD 电阻	R10, R32, R36, R41	4
33	1MΩ, 0603, ±5%	SMD 电阻	R1, R8	2
34	27Ω, 0603, ±5%	SMD 电阻	R5, R6	2
35	330Ω, 0603, ±5%	SMD 电阻	R2, R4	2
36	470Ω, 0603, ±5%	SMD 电阻	R9	1
37	680Ω, 0603, ±5%	SMD 电阻	R14, R25, R57	3
38	4.7kΩ, 0603, ±5%	SMD 电阻	R78, R79, R84, R87, R88, R91	6
39	180Ω, 0603, ±1%	1% SMD 电阻	R13, R17, R21, R23	4
40	820Ω, 0603, ±1%	1% SMD 电阻	R15, R16, R19, R22	4
41	15kΩ, 0603, ±1%	1% SMD 电阻	R26, R27, R29, R30	4
42	7.5kΩ, 0603, ±1%	1% SMD 电阻	R11, R12	2
43	RV09AF-40-20K-B10K, 10kΩ	DIP 拨码开关 – VR	R40	1
44	32768Hz, (3.2×1.5×0.75mm)	晶体振荡器	Y1	1
45	XTAL, 8MHz, HC-49S	晶体振荡器	Y2	1
46	2-Pin SMD Switch	SMD 贴片开关, 2 路, 3×6×2.5mm	B8, S1, S3, S4	4
47	4Ports 8-Pin Switch, Pitch1.27mm	SMD 贴片开关, 4 路, SPST	S2	1
48	SN74LVC1T45, SOT23-6	电平转换芯片	U5, U6, U8, U9	4
49	HT7833, SOT-89	Holtek HT78xx 系列 500mA 低功耗 LDO	U1, U4	2
50	HT32F52341, 48LQFP	HT32F52341 48LQFP	U2	1
51	HT32F65240, 48LQFP	Holtek 32-Bit ARM-Based M0 目标 MCU	U7	1
52	MX25L8006E (NC)	芯片 (NC)	U3	1
53	NC	跳接点 (NC)	R7, R18, R20, R24, R28, R34, R35, R71, R97, R98, C4	11

表 5-1 直流无刷电机开发平台 FOC-EVB BOM 列表

Copyright® 2020 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出现的信息在出版当时相信是正确的，然而 **Holtek** 对于说明书的使用不负任何责任。文中提到的应用目的仅仅是用来做说明，**Holtek** 不保证或表示这些没有进一步修改的应用将是适当的，也不推荐它的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。**Holtek** 产品不授权使用于救生、维生从机或系统中做为关键从机。**Holtek** 拥有不事先通知而修改产品的权利，对于最新的信息，请参考我们的网址 <http://www.holtek.com/zh/>.