



直流无刷电机开发平台 HVPB-A_V1.2 硬件说明

版本: V1.10 日期: 2025-02-24

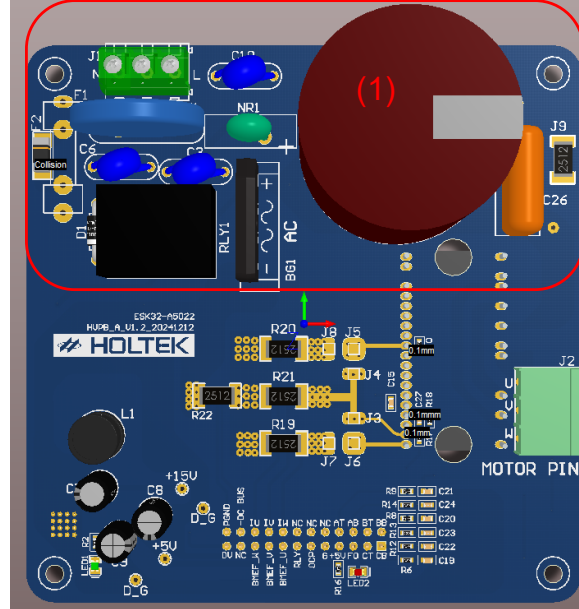
www.holtek.com

目录

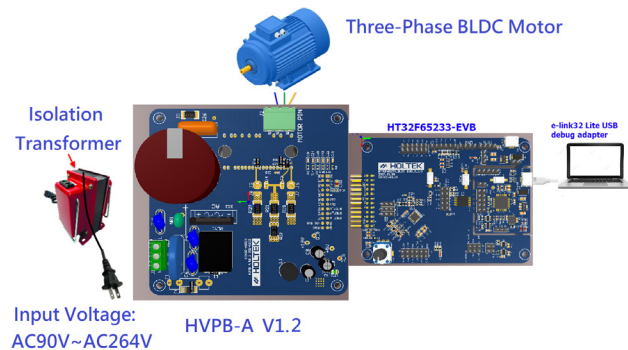
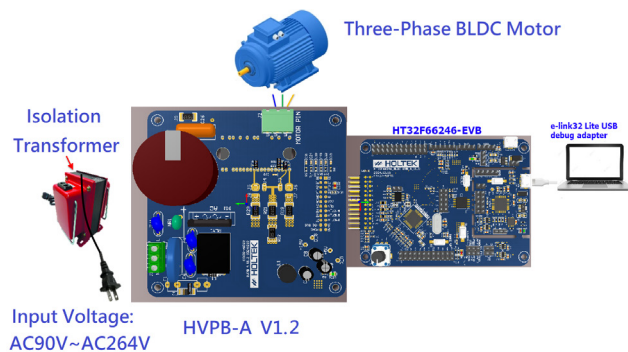
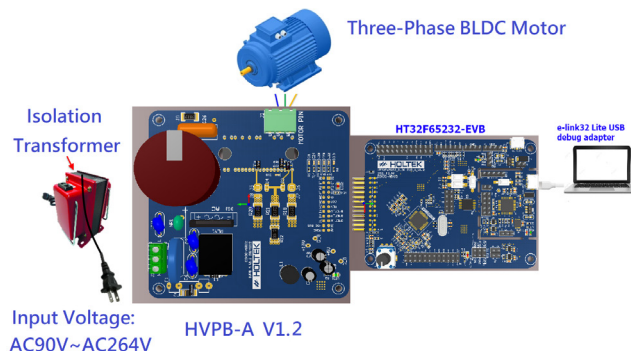
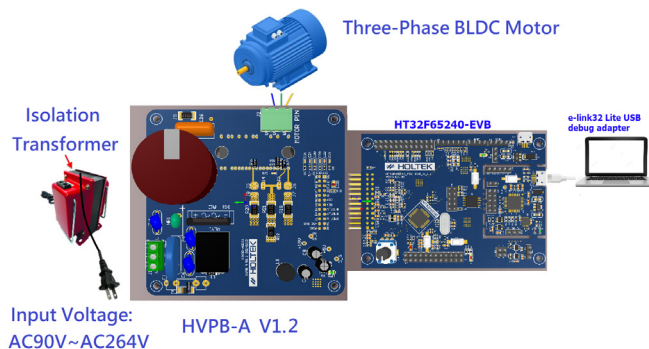
1. 简介	3
2. 电路原理图	6
2-1 驱动级电路	6
2-2 系统电源电路 (AC-DC, DC-DC, LDO)	8
2-3 直流链电压反馈电路	8
2-4 HVPB-A 的连接器的连接器	9
2-5 反电动式侦测电路	10
3. PCB 布局	11
4. BOM 列表	13

1. 简介

直流无刷电机开发平台 HVPB-A_V1.2，如下图所示。(1) AC-DC 转换器电路。(2) DC-DC 功率转换器电路。(3) 5V LDO 电路。(4) IPM 模块。(5) HVPB-A_V1.2 的连接器。(6) 直流链电压反馈电路。(7) 反电动势侦测电路。第 (6)~(7) 部分所产生的模拟信号可由 MCU 的 ADC 做信号的读取转换。



HVPB-A_V1.2 的开发环境如下图所示，用户采用单电阻采样可使用 HT32F65232-EVB 与 HVPB-A_V1.2 相连或是用户采用双电阻采样可使用 HT32F65233-EVB / HT32F65240-EVB 与 HVPB-A_V1.2 相连，以及三电阻采样可以使用 HT32F66246-EVB 再以 USB 线连接至 PC，使目标 MCU 与直流无刷电机开发平台做通信。其输入电源范围为 AC 90V~264V。另外，HVPB-A_V1.2 的电源输入端必需经由一组隔离变压器做隔离。



HVPB-A_V1.2 开发环境

特色

- 输入电压：AC 90V~264V
- 最大直流总线电流：2.5A
- 最大电机相电流：1.1A
- 相电流采样电阻 (R_Shunt)：0.5Ω/2512/1%/2W
- 直流链电压分压比：1/102
- 栅极驱动信号极性：
 - (1) 下侧导通极性：高电平
 - (2) 上侧导通极性：高电平

如上述 HVPB-A 的最大电机相电流规格为 1.1A，但其硬件默认参数如下：

- (1) HVPB-A 的 R19、R20、R21、R22 元件规格为 0.5Ω/2512/1%。
- (2) 选择 HT32F65240-EVB 的 R13、R17、R21、R23 元件规格为 180Ω。
 HT32F65240-EVB 的 R15、R16、R19、R22 元件规格为 820Ω。
 HT32F65240-EVB 的 R11、R12 元件规格为 7.5KΩ。
 HT32F65240-EVB 的 R26、R27、R29、R30 元件规格为 15KΩ。
- (3) 选择 HT32F65232-EVB 的 R23 元件规格为 180Ω。
 HT32F65232-EVB 的 R22 元件规格为 820Ω。
 HT32F65232-EVB 的 R12 元件规格为 7.5KΩ。
 HT32F65232-EVB 的 R29、R30 元件规格为 15KΩ。

而其硬件参数下，电机可操作的最大相电流为：

$$I_{\max} = \frac{2.5V}{R_{\text{shunt}} \times \text{Gain}} = \frac{2.5V}{0.5\Omega \times 7.5} = 0.667A$$

- (4) 选择 HT32F65233-EVB 的 Gain 为内部设定，所以 R13、R21、R17、R23 元件规格为 0Ω。

调整 Gain 的倍率，电机可操作的最大电流为：

$$I_{\max} = \frac{2.5V}{R_{\text{shunt}} \times \text{Gain}} = \frac{2.5V}{0.5\Omega \times 8} = 0.63A$$

- (5) 选择 HT32F66246-EVB 的 Gain 为内部设定，所以 R20、R24、R30、R12、R22、R29 元件规格为 0Ω。

调整 Gain 的倍率，电机可操作的最大电流为：

$$I_{\max} = \frac{2.5V}{R_{\text{shunt}} \times \text{Gain}} = \frac{2.5V}{0.5\Omega \times 8} = 0.63A$$

若用户欲使电机最大操作相电流调整为 1.1A。需做的设定如下：

- (1) 将 HVPB-A 的 R19、R20、R21 元件规格改为 0.1Ω/2512/1%。
- (2) 选择 HT32F65240-EVB 的 R15、R16、R19、R22 元件由规格 820Ω 更改为 150Ω。
- (3) 选择 HT32F65232-EVB 的 R16 元件由规格 1KΩ 更改为 330Ω，R22 元件由规格 820Ω 更改为 150Ω。
- (4) 选择 HT32F65233-EVB 的不需调整电阻，调整内部 PGA Gain 即可，调整如下：

$$I_{\max} = \frac{2.5V}{R_{\text{shunt}} \times \text{Gain}} = \frac{2.5V}{0.1\Omega \times 24} = 1.04A$$

- (5) 选择 HT32F66246-EVB 的不需调整电阻，调整内部 PGA Gain 即可，调整如下：

$$I_{\max} = \frac{2.5V}{R_{\text{shunt}} \times \text{Gain}} = \frac{2.5V}{0.1\Omega \times 24} = 1.04A$$

由上述的设定，可使 HVPB-A 的电机最大操作相电流由 0.63A/0.667A 更改为 1.04A/1.1A。另外，在设计放大倍率及 R-Shunt 时，需注意电机操作相电流范围，不可大于电机相电流最大取样值，且若电机操作相电流范围设定过大，会影响电流取样的分辨率。

2. 电路原理图

此章将针对 HVPB-A 的硬件电路搭配实际电路原理图做解说，详如下述第 2-1~2-5 节。

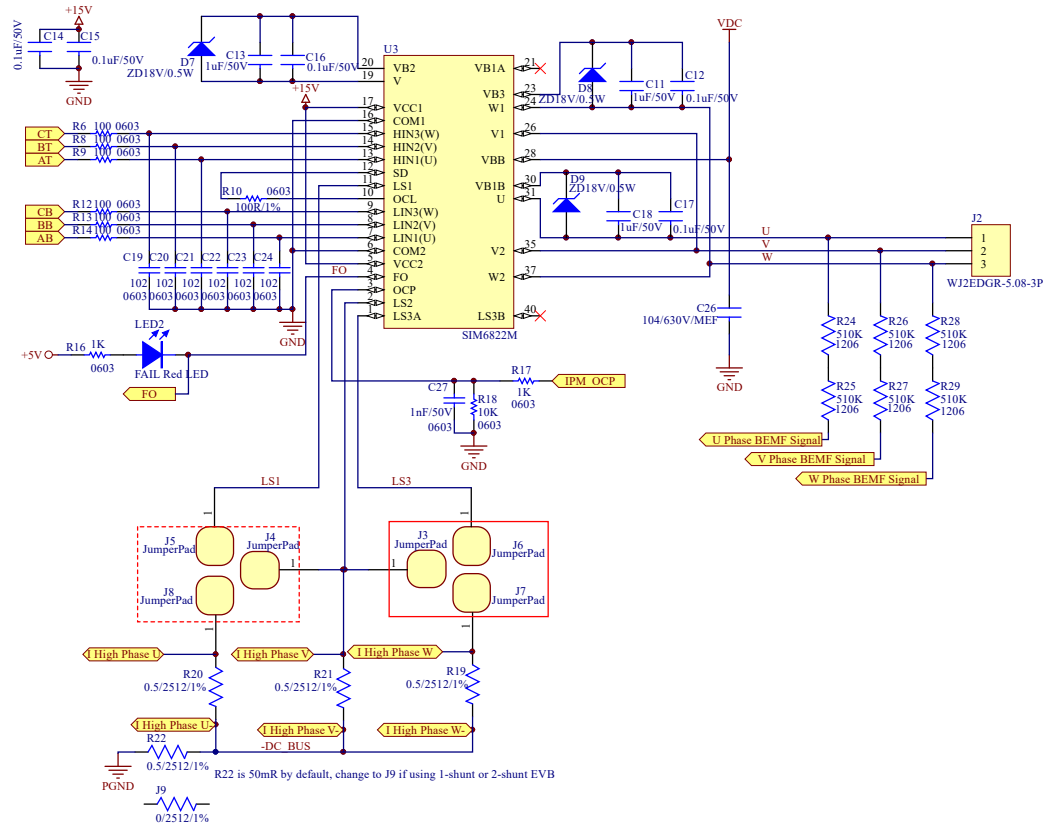
2-1 驱动级电路

下方第一个图为驱动级电路，其 IPM 模块型号为 SIM6822M，其为内建栅极驱动器及三相 MOSFET 的 IPM 模块。故可直接将 MCU 输出的 PWM 信号连接至此 IPM 模块即可做开关的驱动。

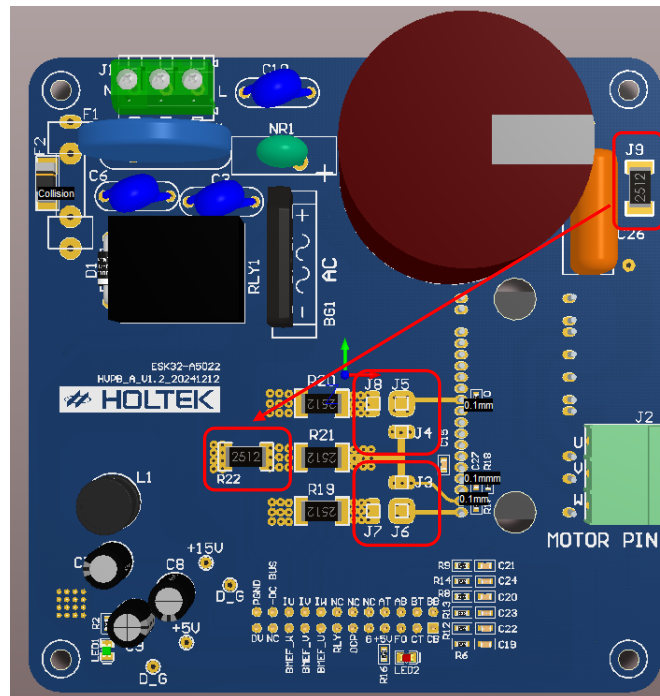
此外，还包含过电流输入信号引脚 IPM_OCP，当 MCU 侦测到电机过电流时，会输出高电平信号至 IPM 模块的 OCP 引脚，使 IPM 强制将上、下侧 MOSFET 关断，并于错误回报引脚 FO 拉地，使 LED2 亮起，告知用户系统发生过电流错误。

而跳帽板的部分，如选择 HT32F65240-EVB 时，J5 短路连接至 J8，J6 短路连接至 J7，R22 改成 J9(0R)，而 Shunt 电阻的部分，以反馈电机相电流信号至 MCU 做 FOC 闭回路控制，并同时反馈至 MCU 内建比较器做三相过电流保护。如选择 HT32F65232-EVB 时，J5 短路连接至 J4，J6 短路连接至 J3，R22 改成 J9(0R)。如选择 HT32F65233-EVB 及 HT32F66246-EVB 需将下侧 MOSFET 的源极连接至 Shunt 电阻 (R20, R19)，J5 短路连接至 J8、J6 短路连接至 J7，默认为 R-shunt(R22) 端的电压先进到 MCU 内建的 OPA 将信号放大，才进到内部的比较器做过电流保护，其硬件默认值为 0.5Ω/2512，用户欲做更换其他阻值时需注意电阻的额定功率为 2W 以上。

IPM



驱动级电路



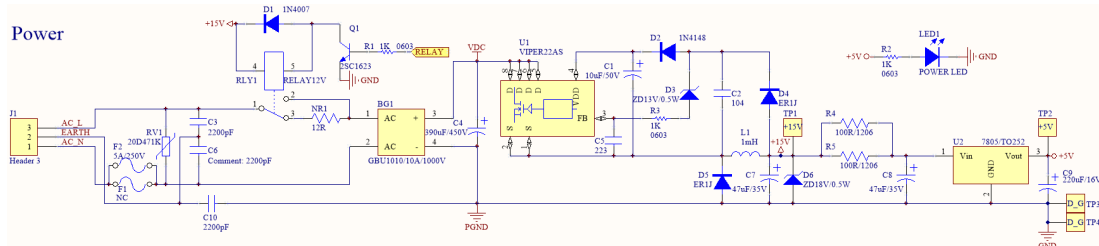
跳帽板跳线位置

2-2 系统电源电路 (AC-DC, DC-DC, LDO)

下图为系统电源电路，首先，交流电 (110VAC 或 220VAC) 由连接器 J1 输入至 HVPB-A，于初送电瞬间，交流会先以 NR1 元件做限制启动电流，经桥式整流电路 GBU1010 及稳压电容 C4 做稳压为直流电。送电瞬间过后，再由 MCU 发 RELAY 信号给继电器，使交流电避开 NR1 路径，直接进入桥式整流电路 GBU1010 及稳压电容 C4 做稳压为直流电。若交流电为 110VAC，则直流电将为 155VDC；若交流电为 220VAC，则直流电将为 310VDC。

而直流电再经 DC-DC 功率转换器 U1 做降压为 15V，主要做为 IPM 模块的供电使用，其元件型号为 VIPER22AS。

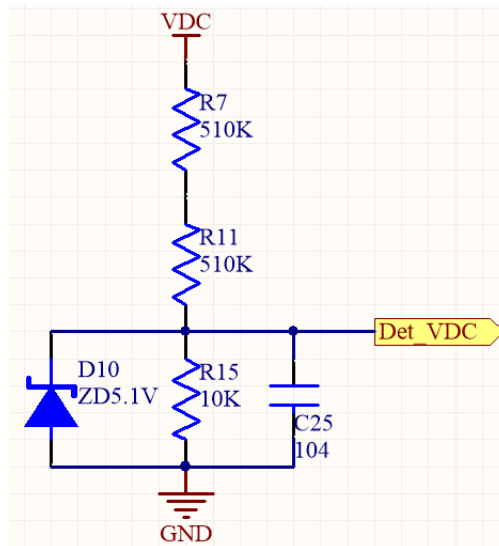
最后，再经由 5V LDO 输出 5V，其采用的元件型号为 LM7805，而此电路的输出主要做为 MCU 元件的供电，需通过 MCU-EVB 的连接器 P1 做供电。此外，用户可通过 LED1 判断 HVPB-A 电路板是否有送电。



系统电源电路

2-3 直流链电压反馈电路

下图为直流链电压反馈电路，硬件电路的默认，其 Det_VDC 反馈信号为实际直流链电压的 1/102。通过 MCU 的 ADC 读值，搭配硬件的缩小倍率，可计算出当前的直流链电压值为何。



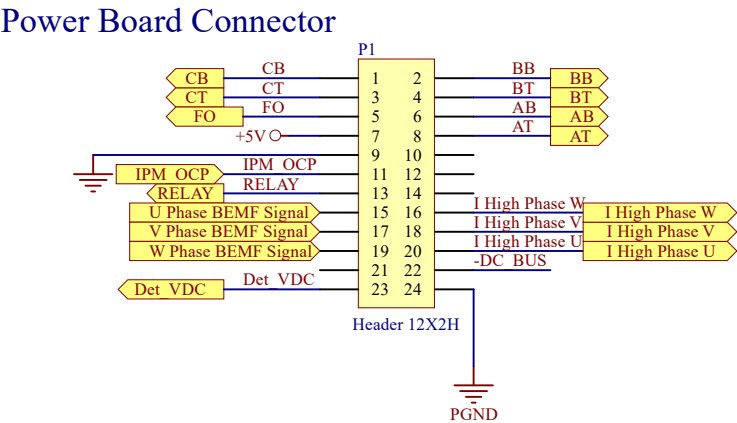
直流链电压反馈电路

2-4 HVPB-A 的连接器

下图为 HVPB-A 的连接器电路图，其引脚包含：栅极驱动器的输入信号 AT，AB，BT，BB，CT，CB、直流链电压反馈信号 Det_VDC、三相电流反馈信号 I High Phase U，I High Phase V，I High Phase W、5V LDO 的输出电压、MCU 输出的继电器控制信号 RELAY、MCU 输出的 IPM 模块过电流关断信号 IPM_OCP、IPM 模块输出的错误回报信号 FO、U Phase BEMF Signal，V Phase BEMF Signal 和 W Phase BEMF Signal。其引脚定义如下表所示。

引脚编号	定义	引脚编号	定义
1	CB	2	BB
3	CT	4	BT
5	FO	6	AB
7	5V	8	AT
9	GND	10	NC
11	IPM_OCP	12	NC
13	RELAY	14	NC
15	U Phase BEMF Signal	16	I High Phase W
17	V Phase BEMF Signal	18	I High Phase V
19	W Phase BEMF Signal	20	I High Phase U
21	NC	22	-DC_BUS
23	Det_VDC	24	PGND

HVPB-A 的连接器引脚定义

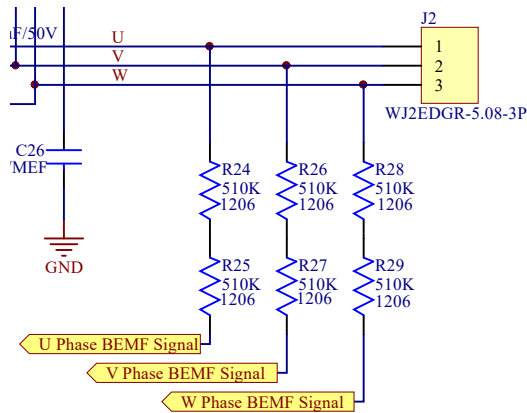


HVPB-A 的连接器电路图

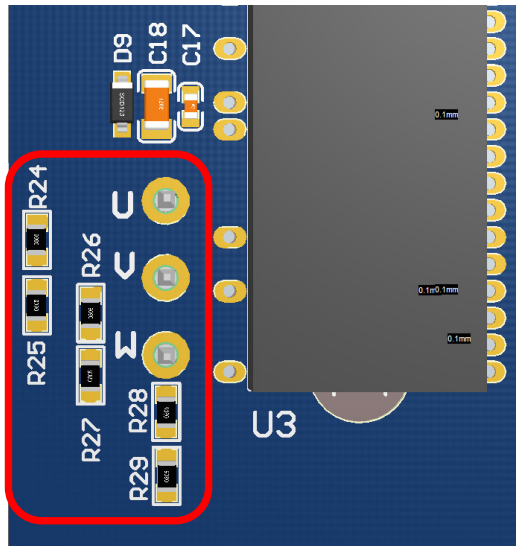
2-5 反电动式侦测电路

下图为反电动势侦测电路图，主要用来侦测电机相电压大小，建议分压后电压不要超过 4V 即可，因 HT32F65232-EVB 分压点对地电阻 R117、R118、R119 固定是 10KΩ，假设 HVPB-A 电源板最高输入 AC 264V，即 DC 373V，分压点对电源板相电压的电阻为 1020KΩ (因耐电关系需二颗串联)，可算出分压点为：

$$373V \times \left(\frac{10K\Omega}{10K\Omega + 1020K\Omega} \right) = 3.62V$$



(a)



(b)

反电动势侦测电路

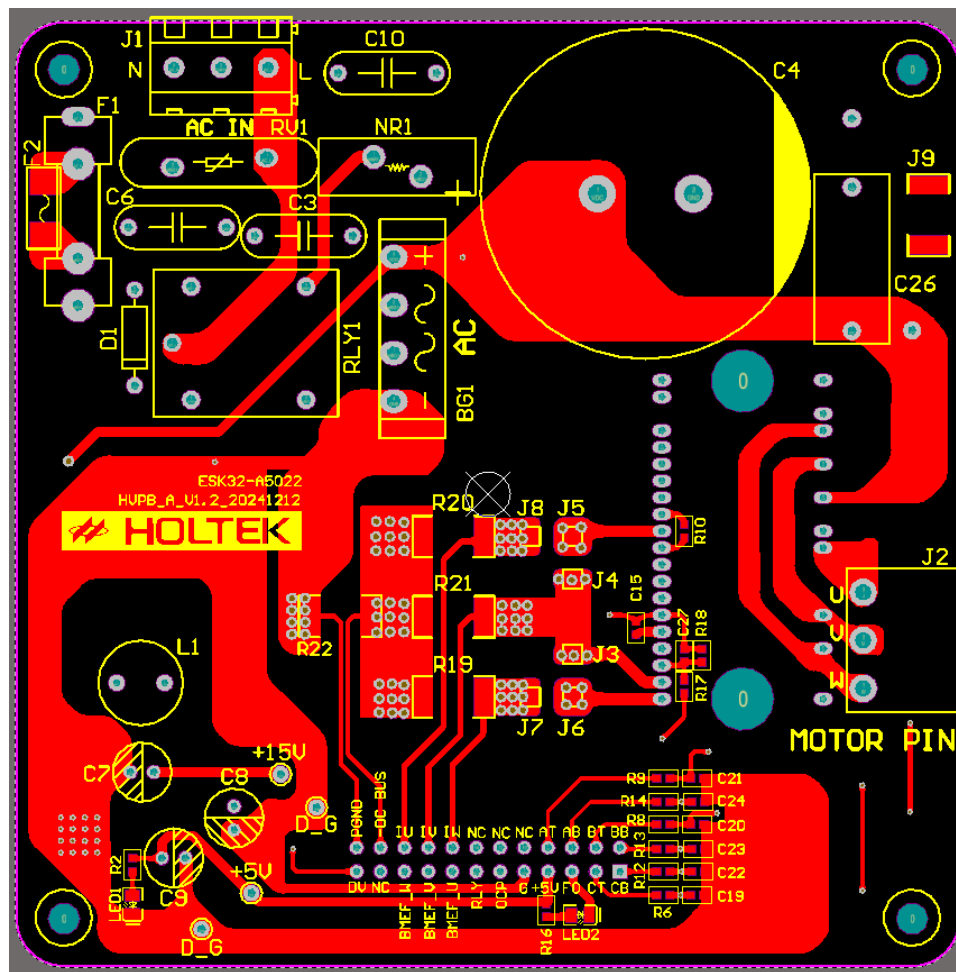
(a) 反电动势侦测电路图；(b) 元件对应位置 (下层)

3. PCB 布局

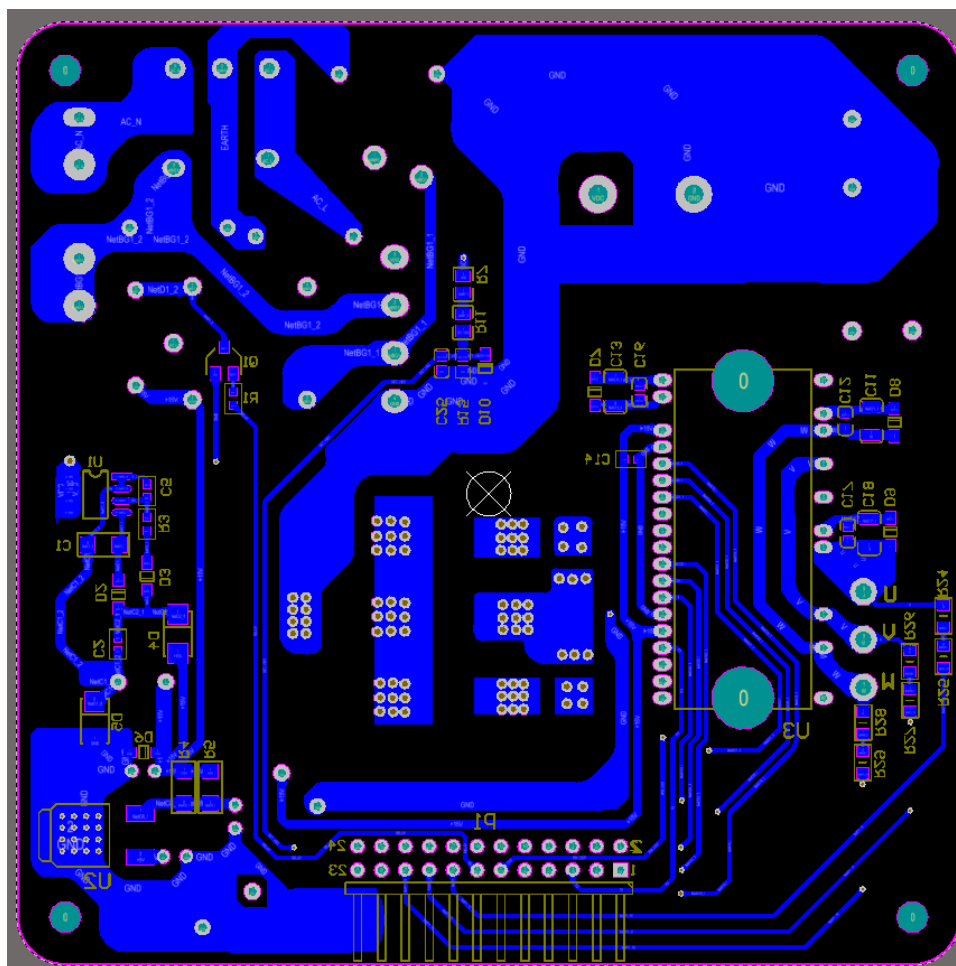
下方两个图为 HVPB-A 的 PCB 布局，其详细规格如下表所示。

电路板长×宽	100×100 (mm)
电路板厚	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	蓝色

HVPB-A 电路板的规格表



(a)



(b)

直流无刷电机开发平台 HVPB-A PCB 布局

(a) 顶层 ; (b) 底层

4. BOM 列表

下表为 HVPB-A 的 BOM 列表，此为单套电路板所需的全部元件。

序号	注释	元件封装	元件标号	数量
1	贴片电容 0.1 μ F $\pm$ 10% 50V X7R 0603	0603	C2, C14, C15, C12, C16, C17, C25	7
2	贴片电容 1nF $\pm$ 10% 50V X7R 0603	0603	C19, C20, C21, C22, C23, C24, C27	7
3	贴片电容 22nF $\pm$ 10% 50V X7R 0603	0603	C5	1
4	贴片电阻 1K Ω $\pm$ 1% 0603	0603	R1, R2, R3, R16, R17	5
5	贴片电阻 10K Ω $\pm$ 1% 0603	0603	R18, R15	2
6	贴片电阻 100 Ω $\pm$ 1% 0603	0603	R6, R8, R9, R10, R12, R13, R14	7
7	贴片红光二极管, 普亮	0805_LED	LED2	1
8	贴片绿光二极管, 普亮	0805_LED	LED1	1
9	贴片电阻 510K Ω $\pm$ 1%	0805	R7, R11, R24, R25, R26, R27, R28, R29	8
10	贴片电容 10 μ F $\pm$ 10% 50V X7R 1206	1206	C1	1
11	贴片电容 1 μ F $\pm$ 10% 50V X7R 1206	1206	C11, C13, C18	3
12	贴片电阻 100 Ω $\pm$ 1% 1206	1206	R4, R5	2
13	贴片电阻 2512-2W-500mR-1%	2512	R19, R20, R21, R22	4
14	贴片电阻 2512-1W-0R-1%	2512	J9	1
15	贴片二极管 ER1J 600V/1A	DO-214AC	D4, D5	2
16	贴片二极管 1N4148 SOD-123	SOD-123	D2	1
17	IC VIPER22AS	SO-8	U1	1
18	贴片稳压二极管 5.1V/0.5W	SOD-123	D10	1
19	贴片稳压二极管 18V/0.5W	SOD-123	D6, D7, D8, D9	4
20	贴片稳压二极管 13V/0.5W	SOD-123	D3	1
21	贴片晶体管 NPN 60V 2SC1623	SOT-23	Q1	1
22	贴片 LDO L78M05CDT-TR	TO-252AA	U2	1
23	FUSE 5A/250V	FUSE_S6125	F2	1
24	WJ2EDGR-5.08-3P	3EHDR_3P	J2	1
25	Bridge GBU1010/10A/1000V	GBU	BG1	1
26	电解电容, 47 μ F/35V, (5 $\times$ 11)	CEC6.3_V_P2.5	C7, C8	2
27	电解电容, 220 μ F/16V, (5 $\times$ 11)	CEC6.3_V_P2.5	C9	1
28	电感 1mH PK0810-102KB	COIL2_RC0810	L1	1
29	WJ500V-5.08-3P	P5.00_WJ128V	J1	1
30	Y 电容 2.2nF $\pm$ 20% 400V	CY_V_P10.4	C3, C6, C10	3
31	二极管 1N4007 1KV/1A	DO-41	D1	1
32	PM254-2-12-W-8.5, 90 度, P=2.54mm	HDR2X12H	P1	1
33	IPM SIM6822M	IPM_SAM68XX	U3	1
34	CBB 电容 104/630V/MEF	RAD0.6A	C26	1
35	电解电容 390 μ F/450V	RB_POWER	C4	1
36	NTC NTC12D-7	W6.0-P7.50-D1.0	NR1	1
37	功率继电器 HF3FF/012-1ZS	RW-12SH-1C-P	RLY1	1
38	MOV 20D471K 470V	MOV_21D_V_P10	RV1	1

直流无刷电机开发平台 HVPB-A BOM 列表

Copyright© 2025 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC. All Rights Reserved.

本文件出版时 HOLTEK 已针对所载信息为合理注意，但不保证信息准确无误。文中提到的信息仅是提供作为参考，且可能被更新取代。HOLTEK 不担保任何明示、默示或法定的，包括但不限于适合商品化、令人满意的质量、规格、特性、功能与特定用途、不侵害第三方权利等保证责任。HOLTEK 就文中提到的信息及该信息之应用，不承担任何法律责任。此外，HOLTEK 并不推荐将 HOLTEK 的产品使用在会由于故障或其他原因而可能会对人身安全造成危害的地方。HOLTEK 特此声明，不授权将产品使用于救生、维生或安全关键零部件。在救生 / 维生或安全应用中使用 HOLTEK 产品的风险完全由买方承担，如因该等使用导致 HOLTEK 遭受损害、索赔、诉讼或产生费用，买方同意出面进行辩护、赔偿并使 HOLTEK 免受损害。HOLTEK (及其授权方，如适用) 拥有本文件所提供信息 (包括但不限于内容、数据、示例、材料、图形、商标) 的知识产权，且该信息受著作权法和其他知识产权法的保护。HOLTEK 在此并未明示或暗示授予任何知识产权。HOLTEK 拥有不事先通知而修改本文件所载信息的权利。如欲取得最新的信息，请与我们联系。