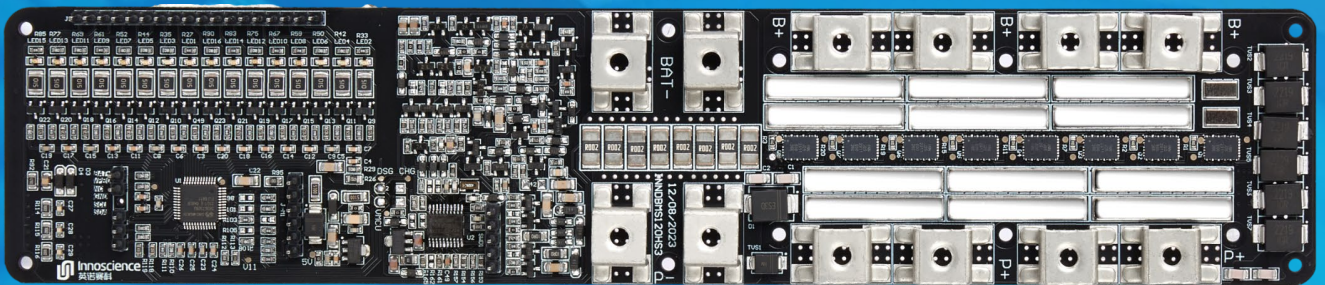


# INNDBMS120HS3

Demo Manual

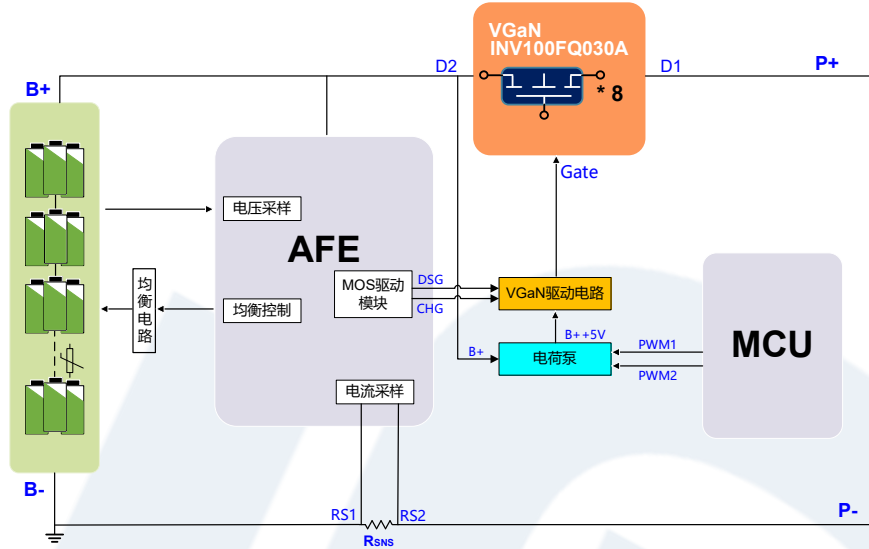
100V V<sub>GaN</sub> HEMT INV100FQ030A

48V/120A BMS



## 48V/120A BMS

- 16串高边充放同口电池保护系统



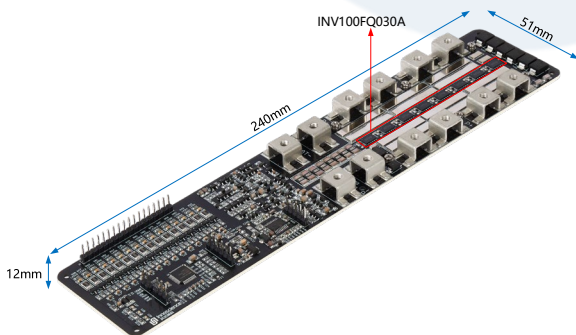
VGaN BMS系统框图 (高边+充放同口)

高边充放同口BMS方案，使用中颖AFE芯片SH367309，MCU型号STM32L011F4P6，具备电压保护、电流保护及电池均衡功能，保护参数可调；使用100V VGaN HEMT INV100FQ030A，最大导通电流120A。VGaN无PN结，不存在体二极管，内部有对称的Drain-Gate-Drain结构，对VGaN管脚施加相应的电压，可实现体二极管效果。利用VGaN的对称结构，通过驱动电路可调整VGaN“体二极管”的方向。Si MOSFET因其体二极管不可调，需要成对使用，VGaN不需要，可用一颗VGaN替换一对Si MOSFET。VGaN“体二极管”切换逻辑详见3.1。

- 重点器件

- INV100FQ030A\*8

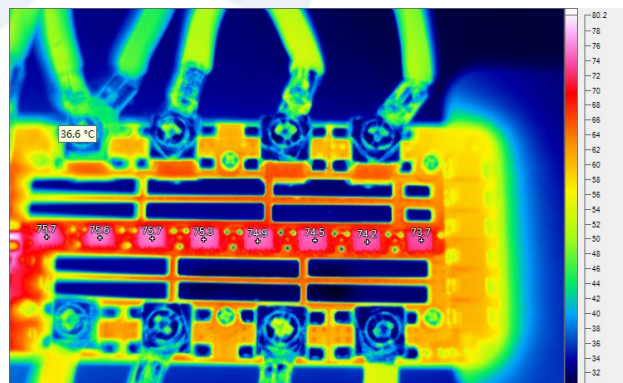
- 实物图



- 应用场景

- 电池保护管理

- 大电流测试(120A,带散热片)



## List of Content

1. 概述 .....	1
1.1. 引言 .....	1
1.2. 测试设备 .....	1
1.3. 应用 .....	1
2. 参数 .....	2
3. 应用方案 .....	3
3.1. 方框图 .....	3
3.2. INV100FQ030A 器件介绍 .....	4
4. PCBA实物图和原理图 .....	5
4.1. PCBA 实物图 .....	5
4.2. 原理图 .....	6
5. 测试指南 .....	11
5.1. DEMO板功能位置说明 .....	11
5.2. 测试设置 .....	12
5.2.1. 逻辑测试设置 .....	12
5.2.2. 热测试设置 .....	13
6. 上位机软件设置 .....	14
6.1. BMS保护板配置参数 .....	14
6.2. BMS保护板规格参数表 .....	15
7. 评估结果 .....	16
7.1. 控制逻辑测试结果 .....	16
7.2. 热性能测试结果 .....	16
7.3. 短路测试结果 .....	18
8. PCB布局指导 .....	19
9. 散热器装配指南 .....	21
附件 A. PCB Layout .....	22
附件 B. BOM .....	23
历史版本 .....	27

## 1. 概述

### 1.1. 引言

INNDBMS120HS3 是一款BMS 48V/120A高边同口方案评估板，配备双向100V VGaN HEMT INV100FQ030A，该板具备BMS基本保护功能。

由于硅MOS具有寄生二极管，所以必须成对地使用CHG、DSG MOS，才能进行充电电流、放电电流的控制。

VGaN HEMT作为一种新型的功率器件，其具有的特点为：不存在寄生二极管，可以控制阻断方向。通过将Gate信号连接到D1或D2，实现如Si MOSFET一样单向阻断，阻断方向由Gate信号的连接方式控制，因而可以实现一颗VGaN HEMT替换一对CHG、DSG MOS的应用。VGaN的单向阻断方向在不同的工况需求下可以进行更改，这是传统硅MOS没有的逻辑情况和优势，有利于节约板上空间。

### 1.2. 测试设备

为了正确评估性能，您需要准备以下测试设备：

- 1) 示波器 (>200MHz Bandwidth)
- 2) 电源(High output current capability)
- 3) 数字万用表
- 4) 负载DC load(E-load or Power Resistor)

### 1.3. 应用

- 电池保护管理系统

## 2. 参数

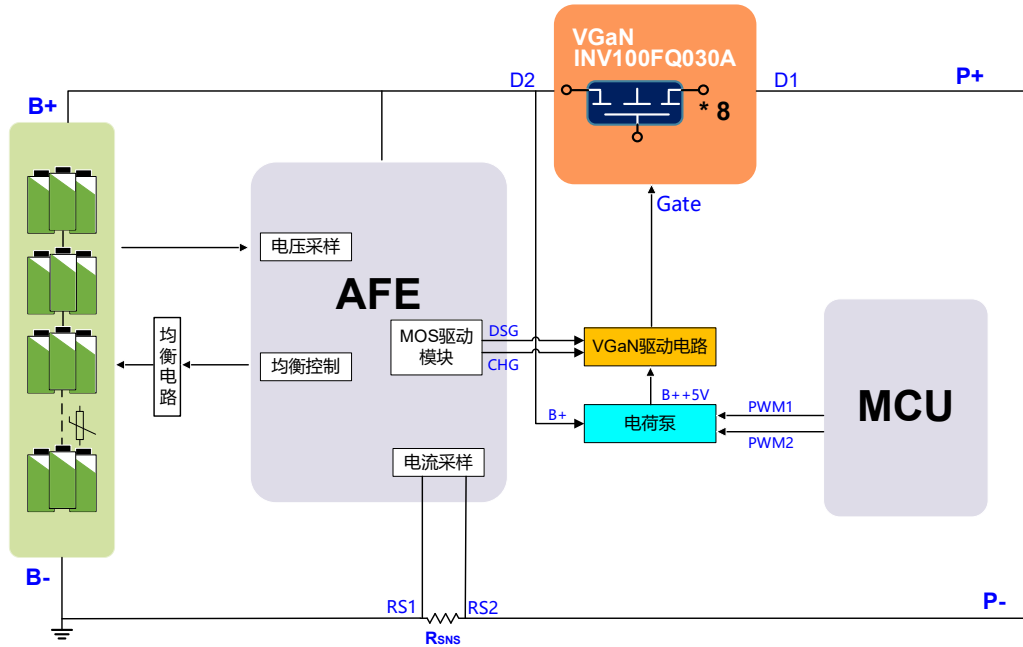
表 1 电气参数表(Ta = 25 °C)

Symbol	Parameters	Min	Nom	Max	Units
P+/P-	Pack 正极/Pack负极	40	-	70	V
B+/B-	电芯正极/电芯负极	40	-	70(1)	V
CHG	充电控制信号	0	-	13	V
DSG	放电控制信号	0	-	13	V
Current	放电电流 (带散热器)	-	-	120	A

备注：(1) 最大 P+/P- 和 B+/B- 取决于充电器输出电压和电池组输出电压，INV100FQ030A的最大连续电压必须保持在100V以下。

### 3. 应用方案

#### 3.1. 方框图



**VGeN BMS系统框图 (高边+充放同口)**

图 1 VGeN BMS 系统框图

INNDBMS120HS3 利用 VGeN HEMT INV100FQ030A 可双向导通的特性，通过 VGeN 驱动电路，能实现一颗 VGeN HEMT 输出三种开关状态。

表 2 VGeN BMS 控制逻辑真值表

逻辑控制		VGeN		系统状态	条件
CHG	DSG	Gate 连接	VGeN 状态		
0	0	GND	OFF	不可充、放电	系统休眠
0	1	D2	D2 → D1	充电保护，可放电	充电保护
1	0	D1	D2 ← D1	放电保护，可充电	放电保护
1	1	V-pump	ON	可放电可充电	正常工作

### 3.2. INV100FQ030A 器件介绍

VGaN的主要导电结构为2DEG，与Si MOSFET的反型层不同，无PN结构，不存在体二极管，可实现双向阻断。

InnoGaN采用平面结构，通过将Gate-Source结构拓展，获得一个对称的Drain-Gate-Drain结构，耐压对称，对Gate、D1、D2施加不同的电压，可实现不同的工作状态——全导通、D1对D2单向导通、D2对D1单向导通、双向截止。产品系列称为VGaN，INNDBMS120HS3使用INV100FQ030A。

表 3 电气参数表( $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ )

Parameter	Value	Unit
VDD,max	100	V
RDD(on),max@ $V_G=5\text{V}$	3.2	$\text{m}\Omega$
QG,typ@VDD=50V	90	nC
ID,DC	100	A

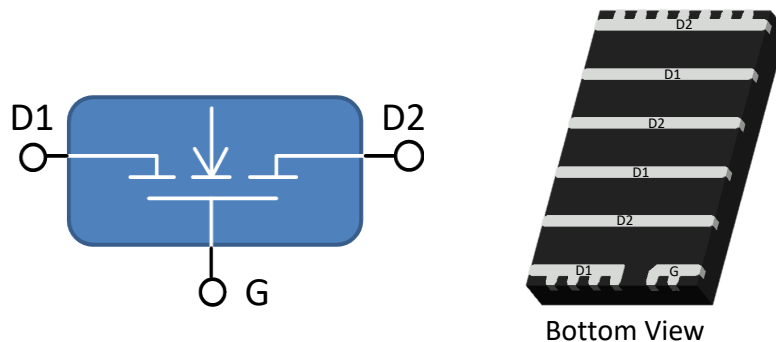


图 2 INV100FQ030A引脚示意图

INV100FQ030A可自由选择导通和截止的方向，用一颗即可替换一对GHG、DSG MOS。INV100FQ030A导通内阻仅为 $3.2\text{m}\Omega$  ( $V_G=5\text{V}$ )，可大大减少导通时的发热和损耗。除可应用于BMS外，INV100FQ030A还可应用于双向变换器中的高侧负载开关、多电源系统中的开关电路。

## 4. PCBA实物图和原理图

### 4.1. PCBA 实物图

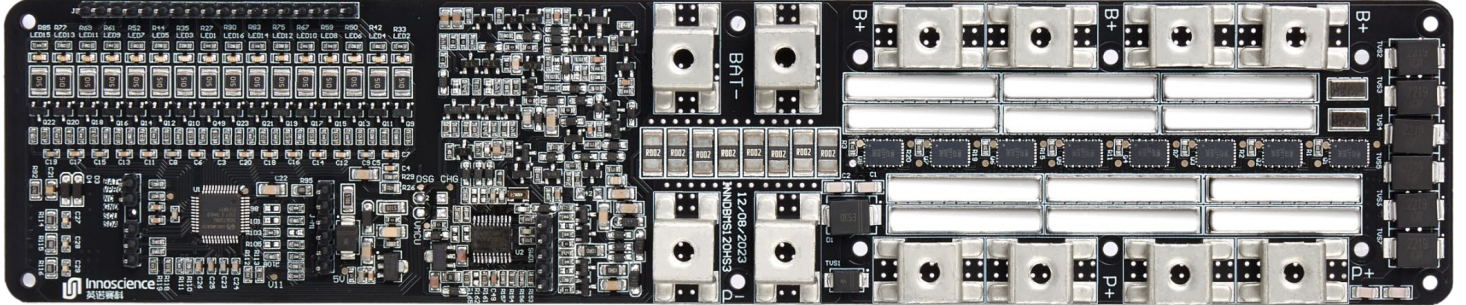


图 3 Top视图

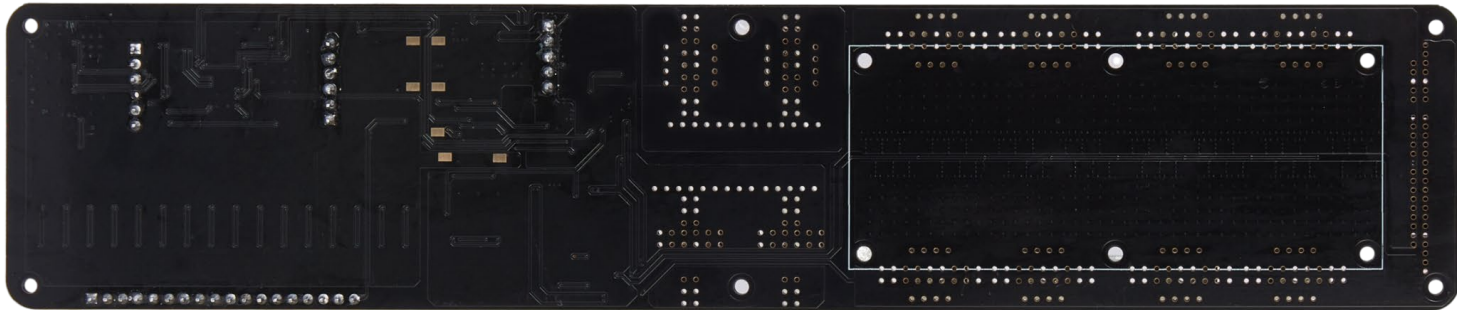


图 4 Bottom视图



## 4.2. 原理图

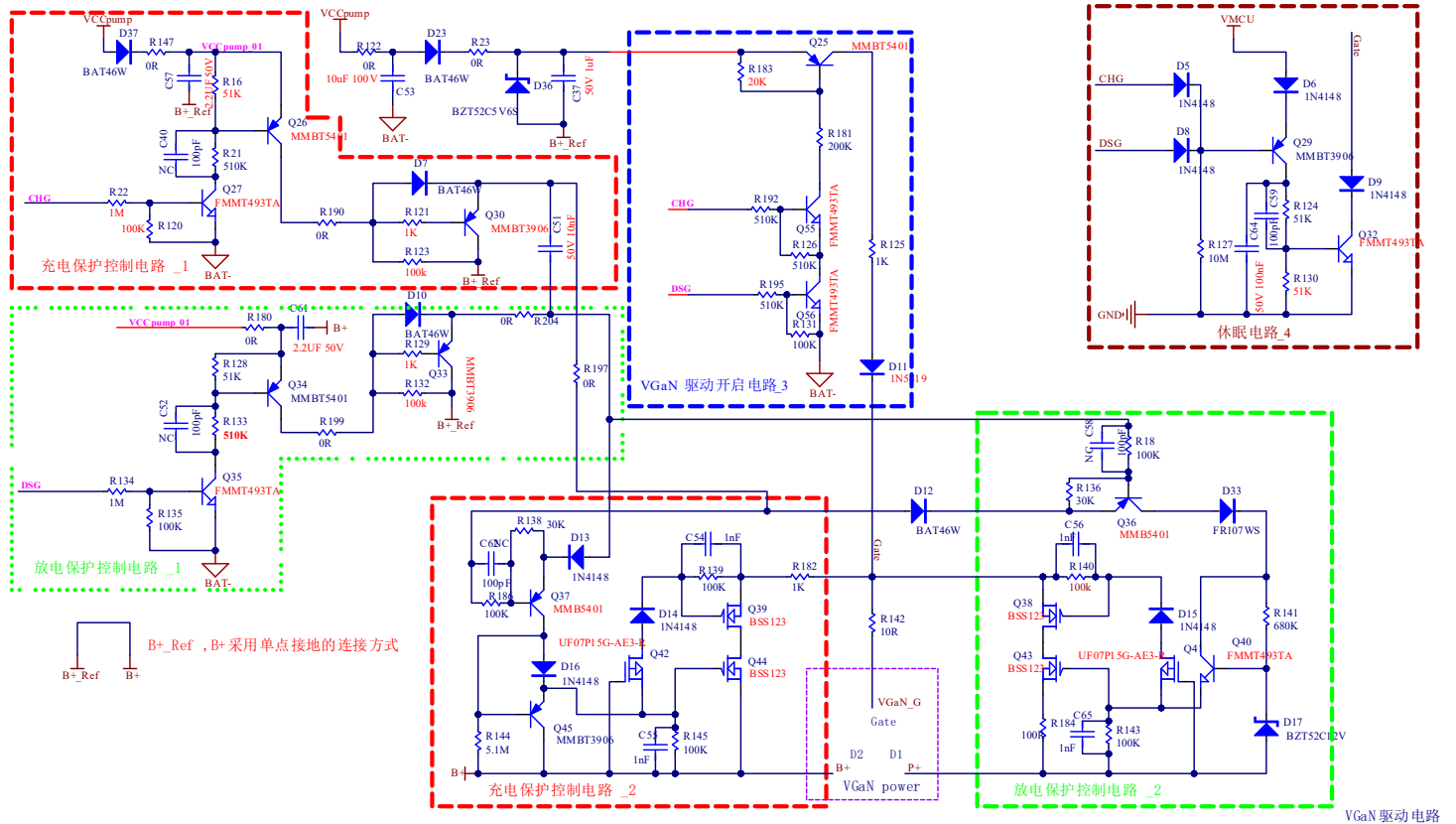


图 5 驱动电路原理图

驱动电路有四种工作状态，正常工作状态（CHG=1,CHG=1），充电保护状态（CHG=0,DSG=1），放电保护状态（CHG=1,DSG=0），休眠状态（CHG=0,DSG=0）。

- 正常工作状态：VgAn受  $VCC_{pump}$  电压驱动，双向导通；
- 充电保护状态：充电保护控制电路\_1 输出电压比放电保护控制电路\_1 输出电压低，充电保护控制电路\_2 开始工作，将VgAn的Gate拉到D2端，此时VgAn仅能从D2到D1单向导通；
- 放电保护状态：放电保护控制电路\_1 输出电压比充电保护控制电路\_1 输出电压低，放电保护控制电路\_2 开始工作，将VgAn的Gate拉到D1端，此时VgAn仅能从D1到D2单向导通；
- 休眠状态：休眠电路4工作，将Gate拉到GND，此时VgAn完全关断，不可导通。

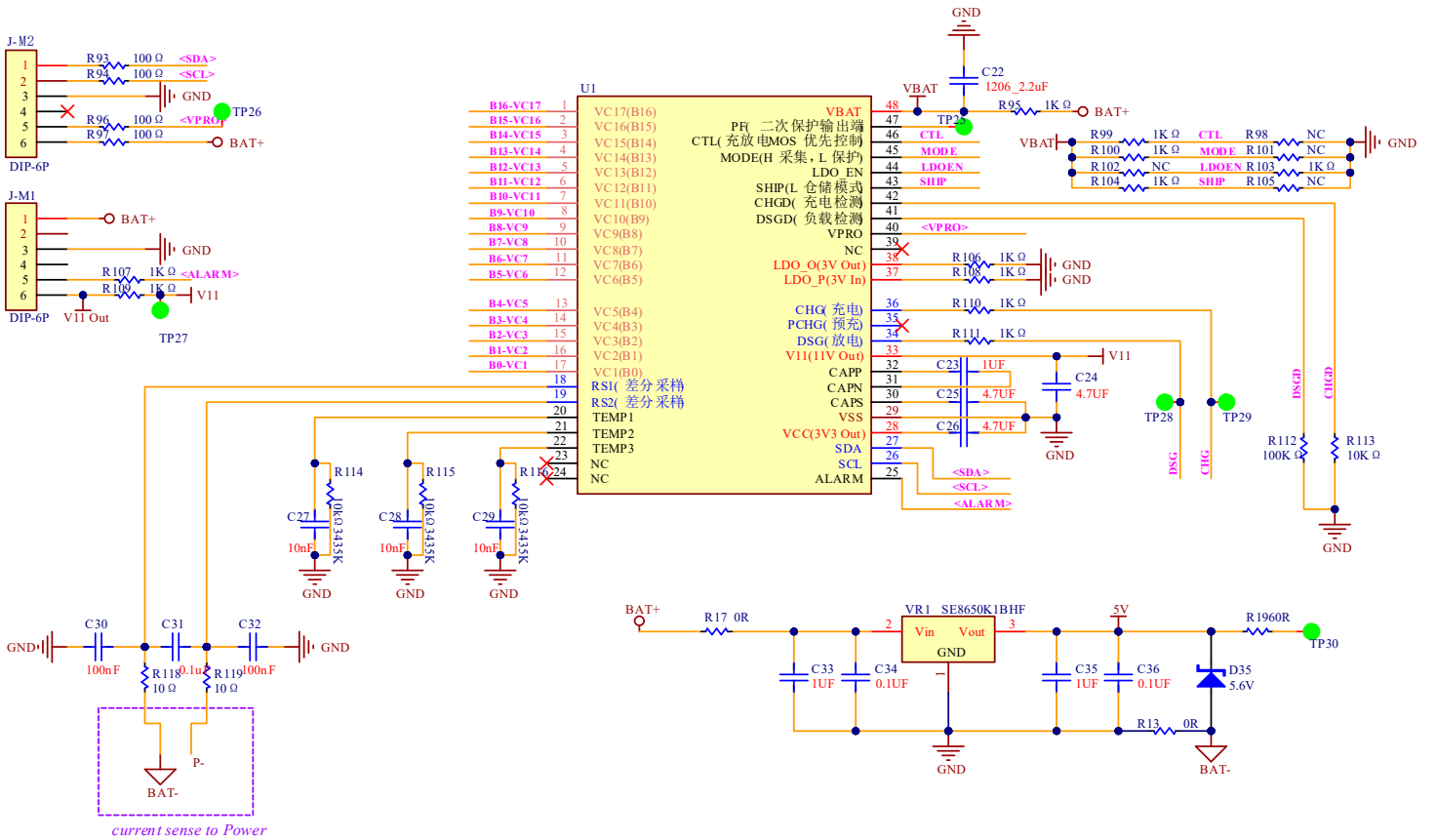


图 6 AFE控制电路原理图

AFE控制电路主要作用为根据不同的触发条件输出CHG、DSG信号，进而控制VgAN导通与关断。配备烧录口与上位机进行TWI通讯，可自由配置保护点参数。

通过LDO芯片输出5V，为MCU芯片提供合适的供电电压。

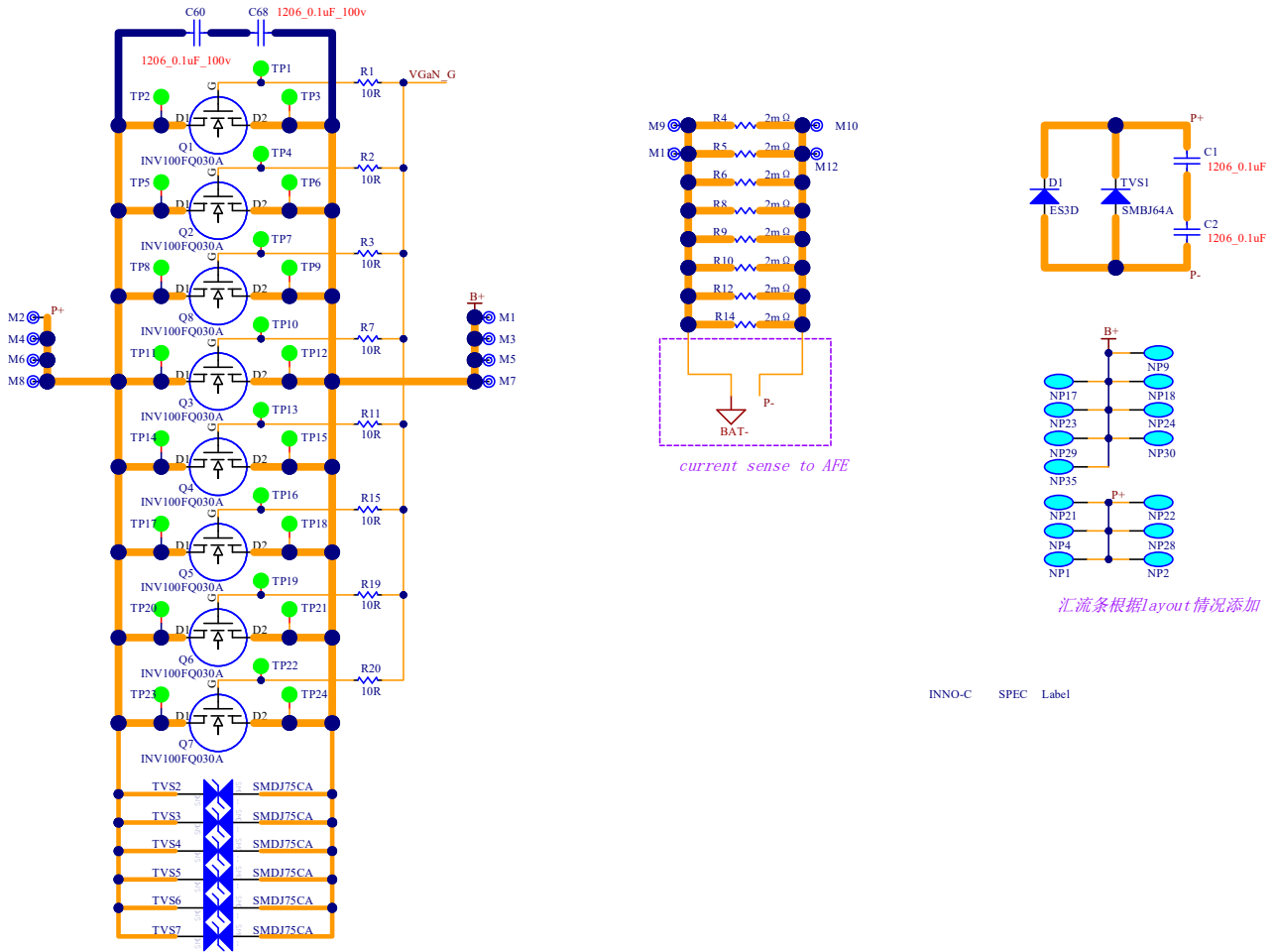


图 7 VgaN 电路原理图

VgaN电路使用8颗INV100FQ030A并联，实现最高120A导通电流。同时使用6颗双向TVS管并联，防止短路情况下外部导线叠加到电池上的电感电压超过VgaN耐压值继而损坏VgaN。

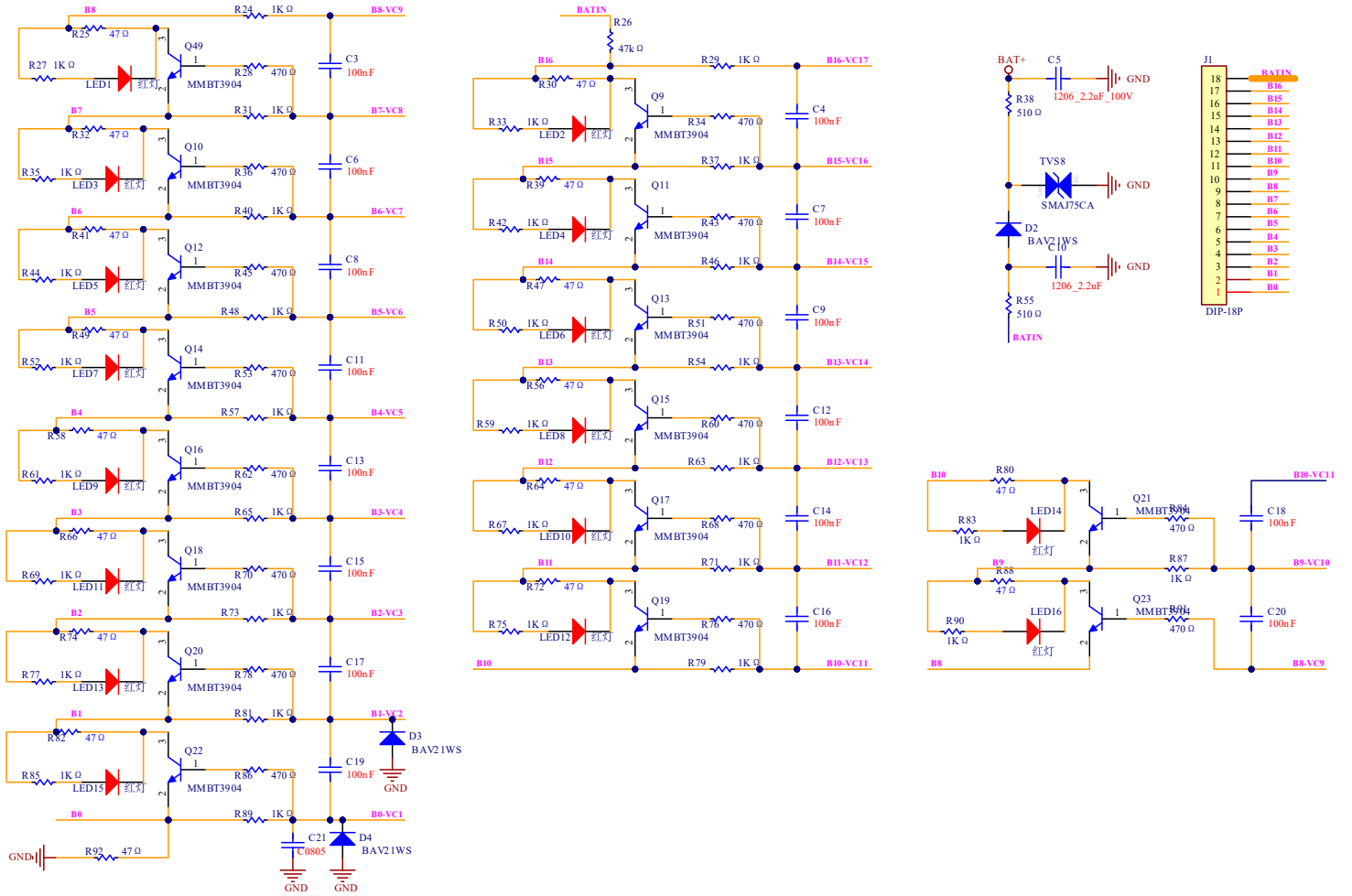


图 8 均衡电路原理图

电芯电压触发AFE均衡保护动作后，均衡电路打开三极管进行电压均衡，LED灯亮提示处于工作状态。

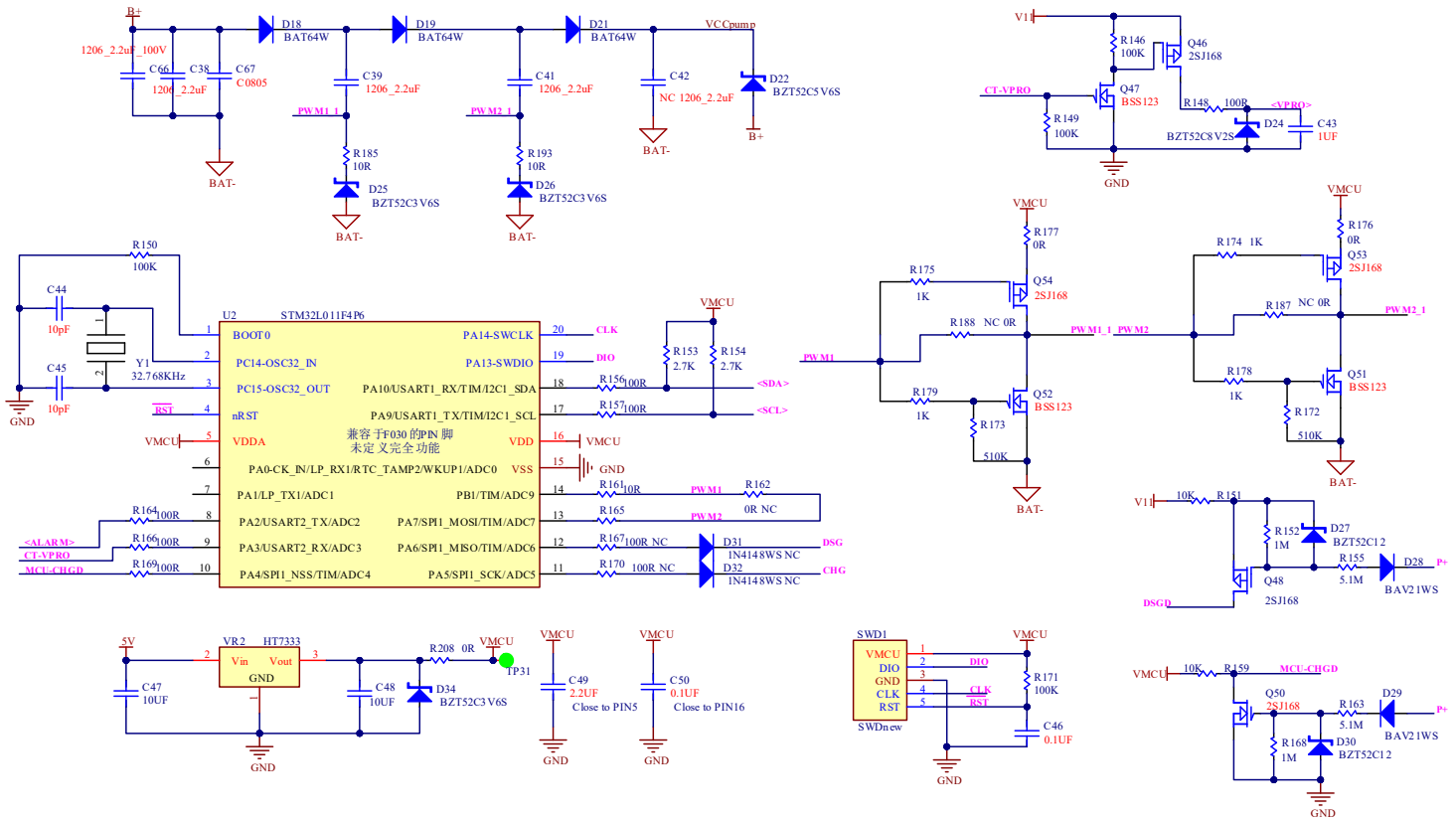


图 9 MCU控制电路原理图

使用LDO给MCU提供3.3V工作电压。MCU输出PWM波给推挽电路，帮助电荷泵电路进行电压抬升，最终输出B++5V作为VgAn的驱动电压。

## 5. 测试指南

### 5.1. DEMO板功能位置说明

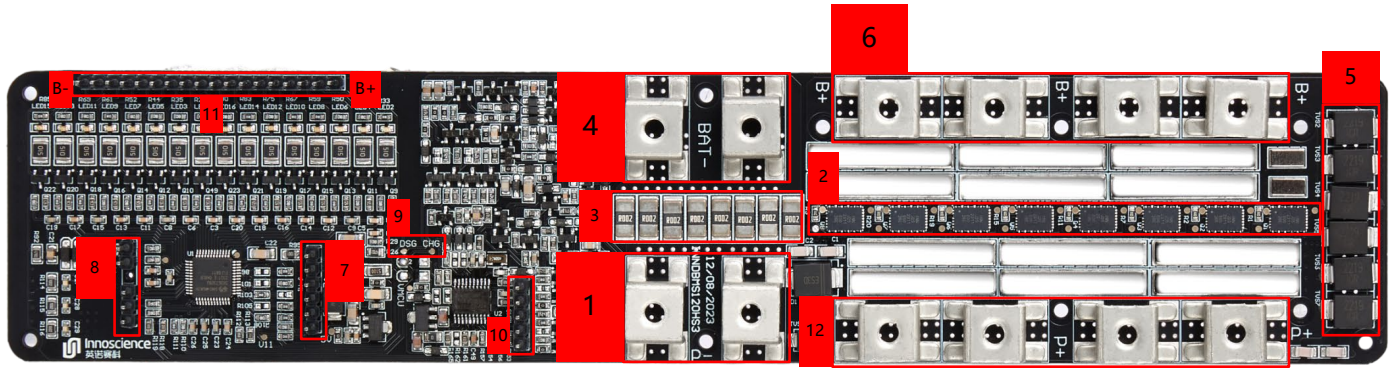


图 10 BMS 板端口位置图

表 4 端口对应表

序号	描述
[1]	Pack 负极端子
[2]	8颗VgAN INV100FQ030A
[3]	检流电阻 (2mΩ)
[4]	Battery负极端子 (GND for demo)
[5]	TVS过压保护
[6]	Battery正极端子
[7]	备用端子从上至下的信号名称如下 (BAT+, NC,GND, NC,ALARM,V11 )
[8]	烧录端子 (AFE与上位机通信烧录程序用) 从上至下的信号名称为: BAT+,VPRO,NC,GND,SCL,SDA
[9]	AFE 充放电控制信号
[10]	烧录端子 (MCU烧录程序用) 从上至下的信号名称为: RST,CLK,GND,DIO,VMCU
[11]	采样线连接端口, 最左端为B-,最右端为B+
[12]	Pack 正极端子

## 5.2. 测试设置

### 5.2.1. 逻辑测试设置

- 1) 对于逻辑测试，BMS保护板采样接口连接16S的模拟电池板。
- 2) 如图所示，连接VgAN BMS Demo板。

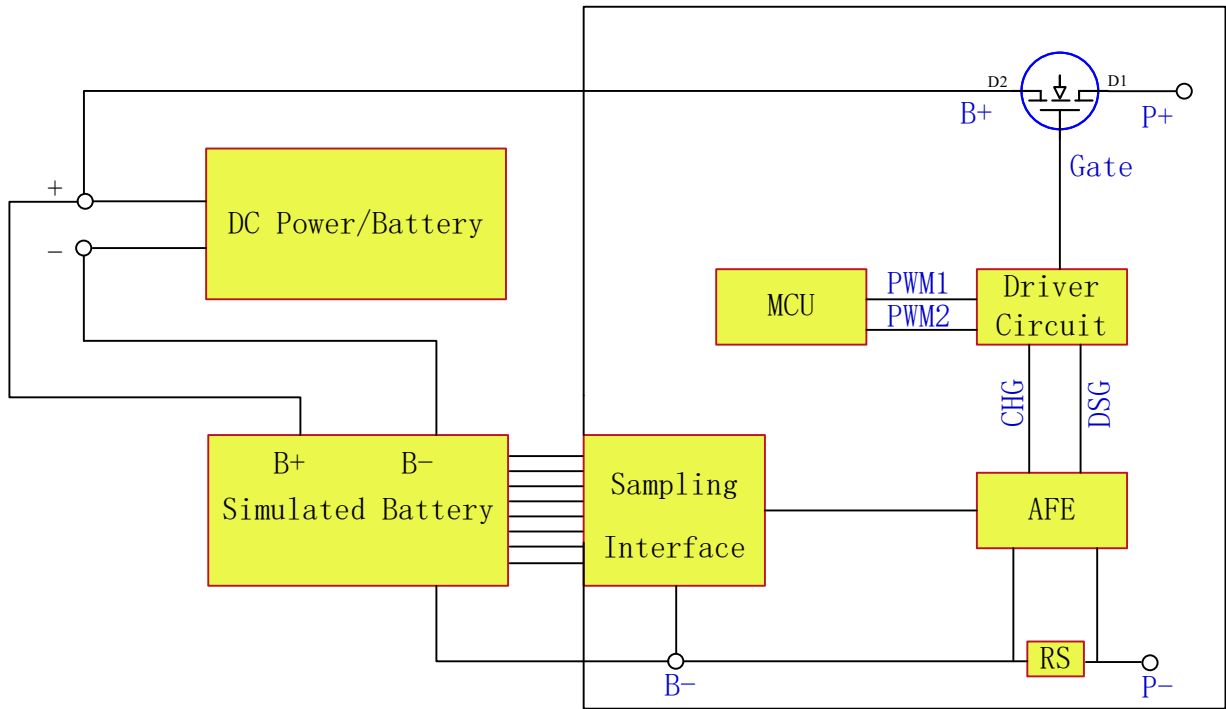


图 11 VgAN Demo 板逻辑测试平台

3) 通过16S的模拟电池板外接电源给BMS板供电，使BMS板正常工作。在板上连接好上位机软件，通过串口与AFE的上位机软件进行通信。通过写入不同的寄存器值，来控制DSG、CHG高低电平值，用示波器抓取工作波形来确认逻辑部分是否OK（上电前需确认各端口接线是否正确，接线错误容易烧坏BMS板）。

备注：寄存器的状态控制详情见<<中颖SH367309上位机软件使用SOP\_负端驱动>>操作说明书

### 5.2.2. 热测试设置

- 1) 对于热测试，BMS保护板采样接口连接16S的模拟电池板。
- 2) 如图所示，连接VGaN BMS Demo板。

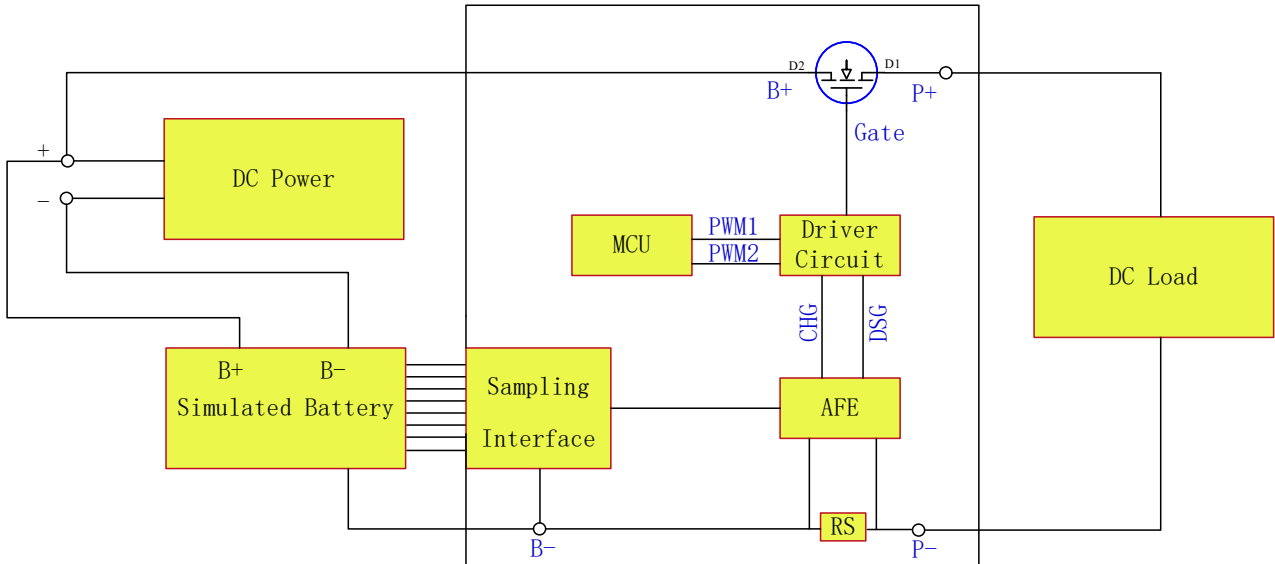


图 12 VGaN Demo 板热测试平台

3) 通过16S的模拟电池板外接电源给BMS板供电，使BMS板正常工作。在板上连接好上位机软件，通过串口与AFE的上位机软件进行通信。确认寄存器的DSG、CHG处于打开状态。

4) 检查板上的DSG/CHG信号为11V（参考点GND）左右，检查VGaN Gate信号为5V（参考点B+）左右。

5) 设置直流电源输出参数（如若设备功率不足，可通过调整AFE保护参数，适当调低B+/B-正常工作所需电压。为保持正常工作，B+/B-电压应保持30V以上）。

6) 将直流负载电流设置为1A并加载。

7) 检查负载电压和电流，无误后逐渐增加负载电流，并测试发热，测试时间30min。

备注：

1) AFE的参数要根据实际产品来设置，以上测试过程中降低B+/B-电压仅为方便测试，不作为Demo正常参数。



## 6. 上位机软件设置

### 6.1. BMS保护板配置参数

注意：目前BMS保护板配置的参数如下，用户需根据实际情况进行参数的配置。



图 13 BMS保护板配置参数

## 6.2. BMS保护板规格参数表

表 5 BMS保护板规格参数表

主要功能			
电池类型	三元锂或磷酸铁锂	电池串数	16
常规放电电流	100A (typical) 120A (heatsink)	短路保护电流	200A
采样电阻阻值	0.25mΩ (8颗2mΩ)	预充功能	N
充电器反接保护	N	双重保护	N
电压、电流保护			
过充电保护电压	3.6V~4.5V (可配置)	过放电保护电压	2.0V~3.1V (可配置)
过充电恢复电压	3.3V~4.5V (可配置)	过放电恢复电压	2.0V~3.6V (可配置)
过充电保护延时	0.1S~40S (可配置)	过放电保护延时	0.1S~40S (可配置)
充电过流阈值	20mV~200mV (可配置)	放电过流1阈值	20mV~200mV (可配置)
预充电开启电压	1.0V~3.0V (可配置)	放电过流1保护延时	50mS~40S (可配置)
预充电开启延时	1S	放电过流2阈值	30mV~500mV (可配置)
低压禁止充电电压	0.5V~2.0V (可配置)	放电过流2保护延时	10mS~20S (可配置)
充电均衡开启电压	3.3V~4.5V (可配置)	放电短路阈值	50mV~1000mV (可配置)
充电过流保护延时	10mS~20S (可配置)	短路保护延时	0uS~960uS (可配置)
充电过流恢复延时	500mS (不可配置)	放电过流恢复延时	100mS~2000mS (可配置)

## 7. 评估结果

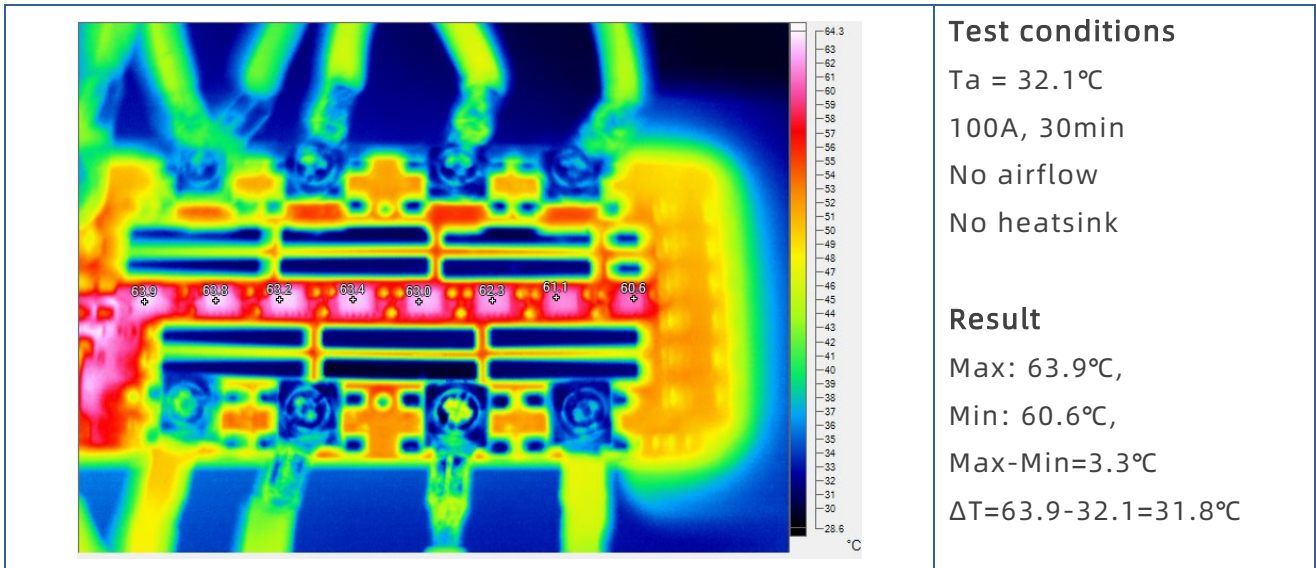
### 7.1. 控制逻辑测试结果

表 6 控制逻辑测试结果

状态	CHG	DSG	测试现象	测试结果
充电	1	1	允许充电	Pass
	1	0	二极管状态充电	Pass
	0	1	禁止充电	Pass
	0	0	禁止充电	Pass
放电	1	1	允许放电	Pass
	1	0	禁止放电	Pass
	0	1	二极管状态放电	Pass
	0	0	禁止放电	Pass

备注：表中“二极管状态充、放电”状态仅为测试用，只过小电流。实际充、放电请完全打开 VGaN 进行。

### 7.2. 热性能测试结果



	<p><b>Test conditions</b></p> <p>Ta = 35.6°C 110A, 30min No airflow No heatsink</p> <p><b>Result</b></p> <p>Max: 72.8°C, Min: 69.6°C, Max-Min=3.2°C <math>\Delta T=72.8-35.6=37.2^\circ\text{C}</math></p>
	<p><b>Test conditions</b></p> <p>Ta = 36.3°C 120A, 30min No airflow No heatsink</p> <p><b>Result</b></p> <p>Max: 83.2°C, Min: 79.8°C, Max-Min=3.4°C <math>\Delta T=83.2-36.3=46.9^\circ\text{C}</math></p>
	<p><b>Test conditions</b></p> <p>Ta = 35.8°C 120A, 30min No airflow Bottom side heatsink</p> <p><b>Result</b></p> <p>Max: 75.7°C, Min: 73.7°C, Max-Min=2°C <math>\Delta T=75.7-35.8=39.9^\circ\text{C}</math></p>

### 7.3. 短路测试结果

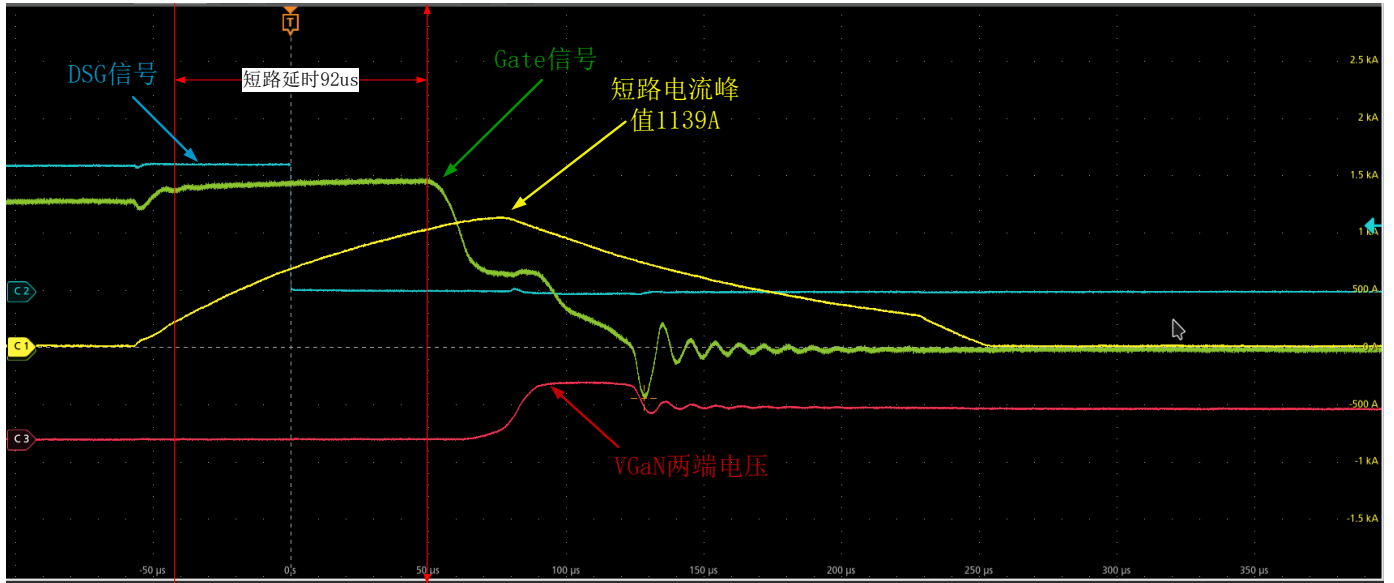


图 14 短路保护波形

## 8. PCB布局指导

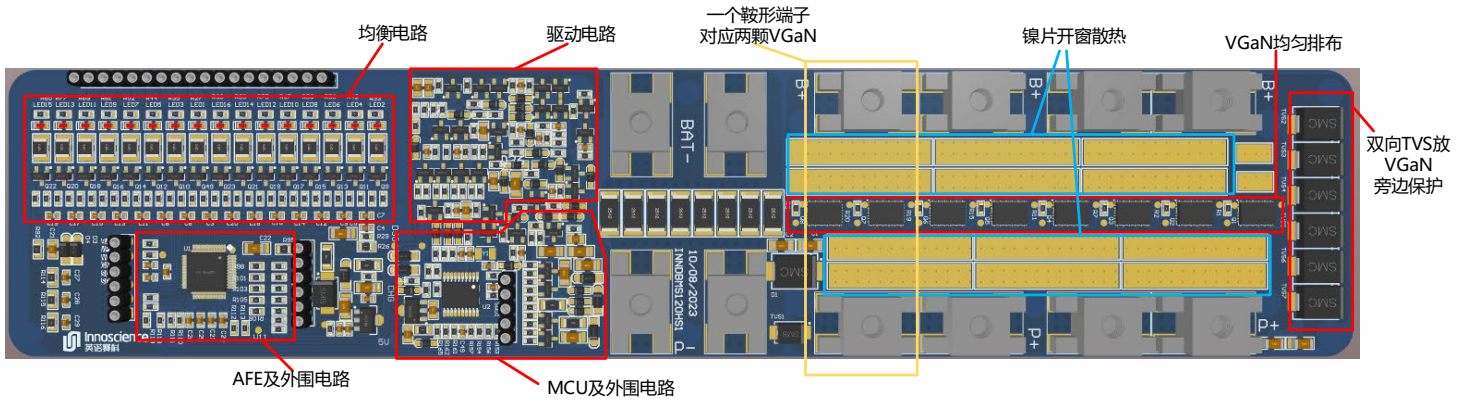


图 15 PCB Layout Top层



图 16 PCB Layout Bottom层

为获得稳定可靠的电流数据，采样电阻两端采用差分布线。

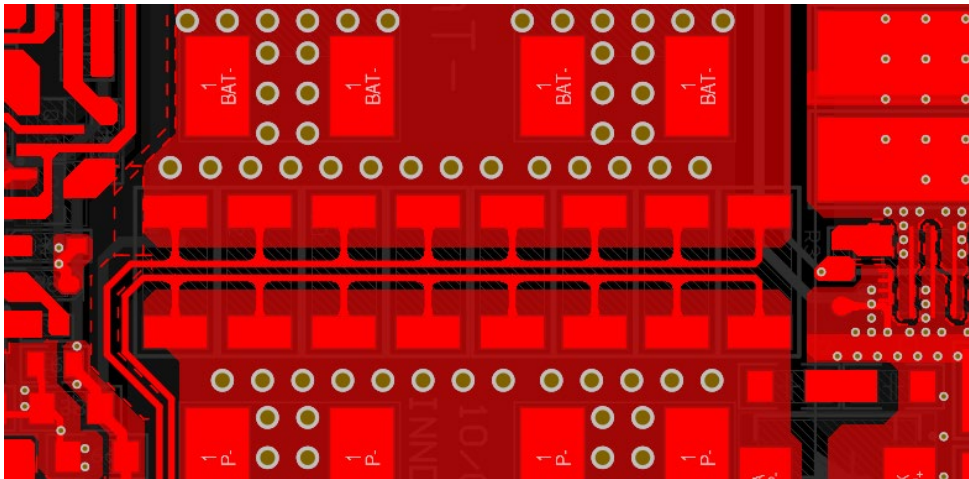


图 17 差分布线

驱动电路的B+网络采用单点接地的连接方式，防止短路时出现压差导致保护电路误动作。

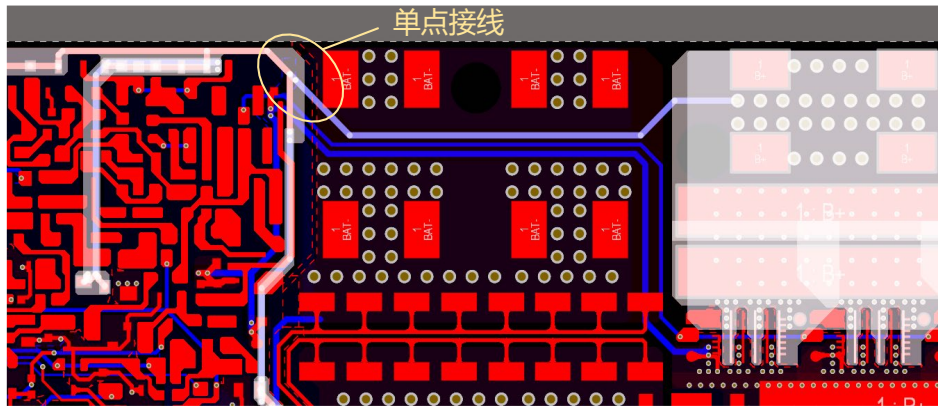


图 18 单点接线

## 9. 散热器装配指南

受限于安装空间，将散热器安装于底部。为更好地贴合，连接处需要安装导热硅胶片。

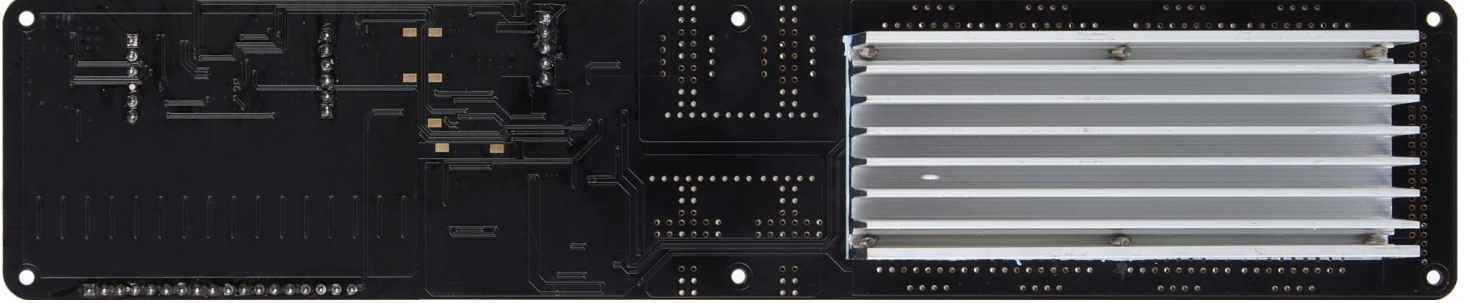


图 19 底部散热器

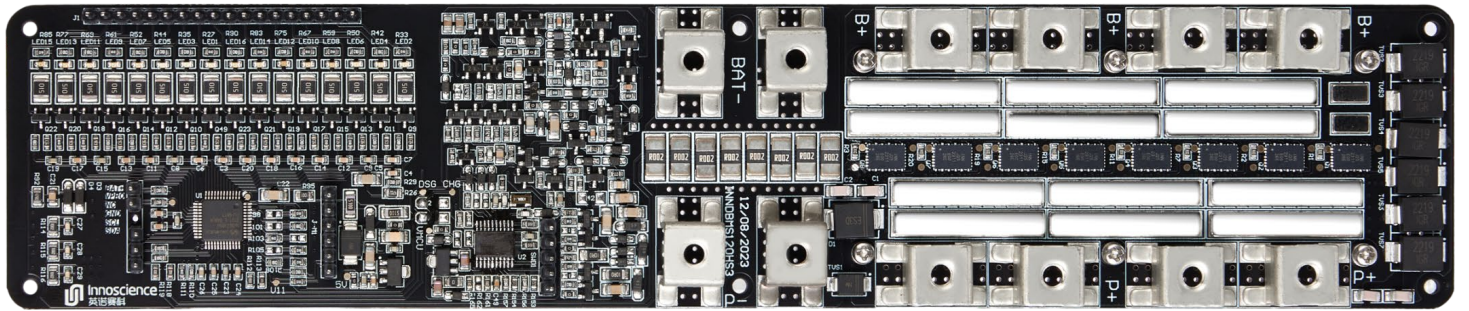


图 20 顶部螺丝安装图



附件 A. PCB Layout

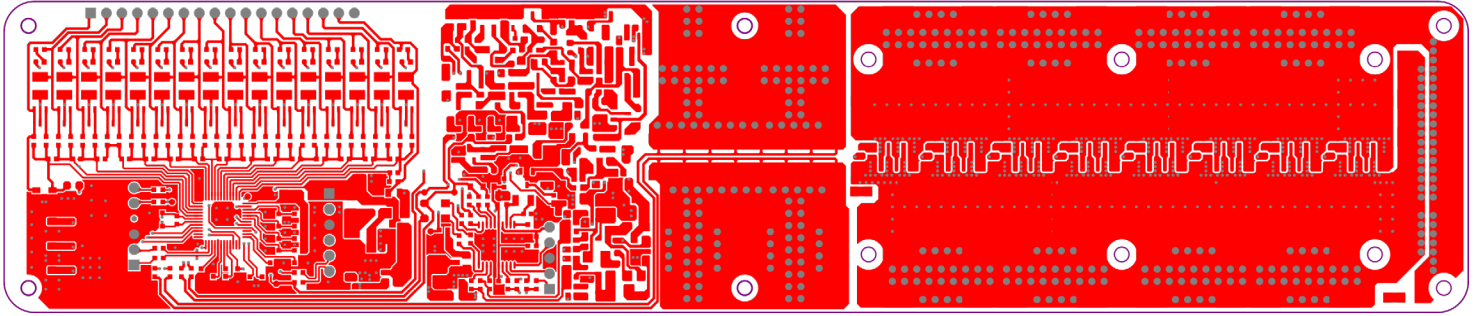


图 21 Top层

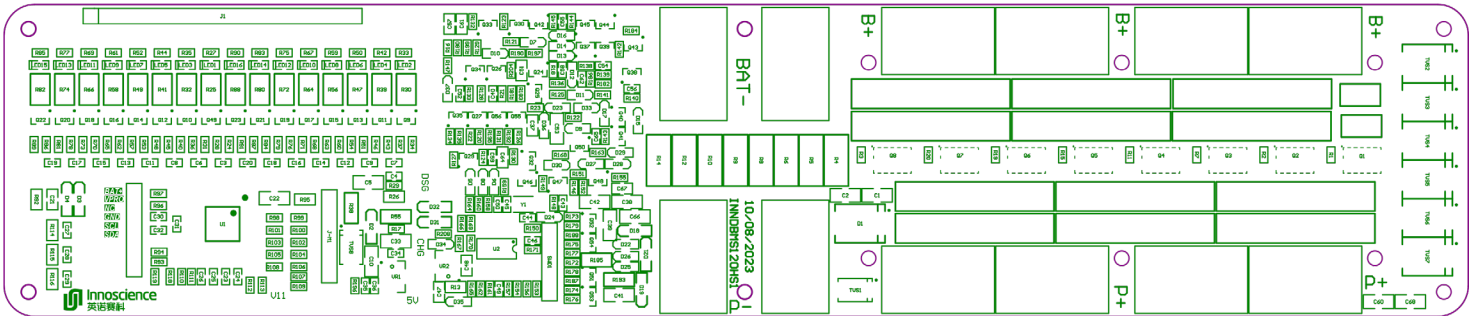


图 22 Top Overlay层

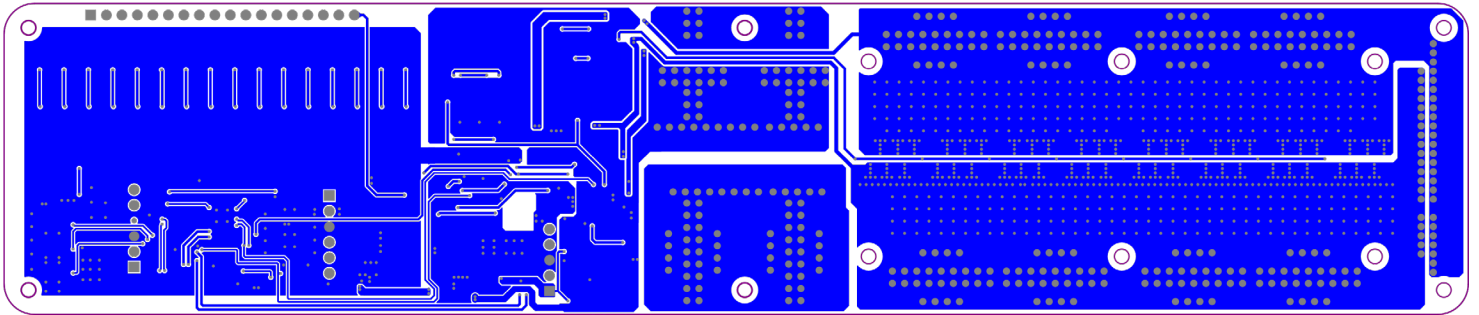


图 23 Bottom层

## 附件 B. BOM

Designator	Part Number	Manufacture	Description	Footprint	Quantity
C1, C2	C3216C0G2A104JT000E	TDK	Cap,100nF,100V,10%	C1206	2
C3,C4,C6,C7,C8,C9,C11,C12, C13,C14,C15,C16,C17,C18, C19,C20,C30,C32,C31,C36, C46,C50	0603B104K250NT	FH	Cap,100nF,25V,10%	C0603	22
C34	CL10B104KC8NNNC	SAMSUNG	Cap,100nF,100V,10%	C0603	1
C5,C66,C10,C22,C38,C39,C41	CL31B225KCHSNE	SAMSUNG	Cap,2.2uF,100V,10%	C1206	7
C67	CL21B104KCFNNE	SAMSUNG	Cap,100nF,100V,10%	C0805	1
C21	GCM21BR71E104KA37L	Murata	Cap,100nF,25V,10%	C0805	1
C23,C35,C43	CL10B105KA8NNNC	SAMSUNG	Cap,1uF,25V,10%	C0603	3
C24,C25,C26	CL10A475KA8NQNC	TDK	Cap,4.7uF,25V,10%	C0603	3
C27,C28,C29	CL10B103KB8NNNC	SAMSUNG	Cap,10nF,25V,10%	C0603	3
C33	CL31B105KCHNNE	SAMSUNG	Cap,1uF,100V,10%	C1206	1
C37	GCM21BR71H105KA03L	Murata	Cap,1uF,50V,10%	C0805	1
C59	CC0603JRNPO8BN101	YAGEO	Cap,100pF,50V,10%	C0603	1
C44,C45	CC0603JRNPO8BN100	YAGEO	Cap,10pF,25V,10%	C0603	2
C47,C48	CL21A106KAYNNE	SAMSUNG	Cap,10uF,25V,10%	C0805	2
C49	GRM188R61E225KA12D	Murata	Cap,2.2uF,25V,10%	C0603	1
C51	0805B103K500CT	Walsin	Cap,10nF,50V,10%	C0805	1
C53	CL31B225KCHSNE	SAMSUNG	Cap,2.2uF,100V,10%	C1206	1
C54,C55,C56,C65	CC0603KRX7R8BB102	YAGEO	Cap,1nF,25V,10%	C0603	4
C57,C61	CL21A225KBQNNNE	SAMSUNG	Cap,2.2uF,50V,10%	C0805	2
C60,C68	1206B104K101NT	FH	Cap,100nF,100V,10%	C1206	2
C64	CL21B104JBCNNNC	SAMSUNG	Cap,100nF,50V,10%	C0805	1
D1	ES3D	YANGJIE	Fast Recovery Rectifier Diodes	SMC	1
D2,D3,D4	BAV21W	JSCJ	SWITCHING DIODE	SOD-123	3
D5,D6,D8,D9,D13,D14,D15, D16	1N4148WS	JSCJ	FAST SWITCHING DIODE	SOD-323	8
D7,D10,D12,D23,D37	BAT46WS	BORN	Schottky Barrier Diode	SOD-323	5
D11	1N5819WS	Hottech	Schottky Barrier Diode	SOD-323	1
D17	BZT52C12S	CJ	Zener Diode	SOD-323	1
D18,D19,D21	BAT46W	BORN	Schottky Barrier Diode	SOD-123	3
D22,D35,D36	BZT52C5V6S	CJ	Zener Diode	SOD-323	3
D24	BZT52C8V2S	CJ	Zener Diode	SOD-323	1
D25,D26,D34	BZT52C3V6S	CJ	Zener Diode	SOD-323	3
D27,D30	BZT52C12S	CJ	Zener Diode	SOD-323	2
D28,D29	BAV21WS	CJ	Switching Diode	SOD-323	2

D33	FR107WS	YFW	Fast Recovery Rectifier Diode	SOD-323	1
J1	DIP-18P	XFCN	2.54mm*18 Pin Header Connectors	HDR2.54-Y-LI-18P	1
J-M1, J-M2	DIP-6P	XFCN	2.54mm*6 Pin Header Connectors	HDR2.54-Y-LI-6P	2
LED1,LED2,LED3,LED4, LED5,LED6,LED7,LED8, LED9,LED10,LED11,LED12, LED13, LED14, LED15,LED16	SZYY0603R	YONGYU	Red_LED	LED 0603R	16
M1,M2,M3,M4,M5,M6,M7, M8, M9, M10, M11, M12	M-M4	XINSHUO	PCB-10B Brass Patch Terminal	M4-TERM	12
NP1,NP2,NP4,NP9,NP17,NP18,NP21,NP22,NP23,NP24,NP28, NP29	HS-25*4	Huaweisheng	Nickel Plate 25x4	HS-25*4	12
NP30,NP35	HS-6*3	Huaweisheng	Nickel Plate 6x3	HS-6*3	2
Q1,Q2,Q3,Q4,Q5,Q6,Q7,Q8	INV100FQ030A	Innoscience	100V Bi-directional Enhancement-mode FET	FCQFN 4*6 - VgAN	8
Q9,Q10,Q11,Q12,Q13,Q14, Q15,Q16,Q17,Q18,Q19,Q20, Q21,Q22,Q23,Q49	MMBT3904	JSCJ	N-Channel Transistor	SOT23-3L	16
Q25,Q26,Q34,Q36,Q37	MMBT5401	CJ	P-Channel Transistor	SOT23-3L	5
Q27,Q32,Q35,Q40,Q55,Q56	FMMT493	CJ	N-Channel Transistor	SOT23-3L	6
Q29,Q30,Q33,Q45	MMBT3906	CJ	P-Channel Transistor	SOT23-3L	4
Q38,Q39,Q43,Q44,Q47,Q51, Q52	BSS123	CJ	NMOSFET	SOT23-3G	7
Q41,Q42	UF07P15G-AE3-R	UTC	PMOSFET	SOT23-3G	2
Q46,Q48,Q50,Q53,Q54	2SJ168-VB	VBsemi	PMOSFET	SOT23-3G	5
R1,R2,R3,R7,R11,R15,R19, R20,R142,R161,R165	RS-03K10R0FT	FH	0603_10R_1%	R0603	11
R4,R5,R6,R8,R9,R10,R12, R14	PA2512FKF7T0R002E	YAGEO	2512_2mΩ_1%	R2512	8
R13	RS-05000FT	FH	0805_0Ω_1%	R0805	1
R16,R124,R128,R130	RS-03K5102FT	FH	0603_51K_1%	R0603	4
R17,R23,R122,R147,R176, R177,R180,R190,R196,R197, R199,R204,R208	RS-03000FT	FH	0603_0R_1%	R0603	13
R18,R120,R123,R131,R132, R135,R139,R140,R143,R145, R146,R149,R150,R171,R186	RC0603FR-07100KL	YAGEO	0603_100KΩ_1%	R0603	15
R21,R126,R133,R172,R173, R192,R195	RC0603FR-07510KL	YAGEO	0603_510k_1%	R0603	7

R22,R134,R152,R168	RC0603FR-071ML	YAGEO	0603_1M_1%	R0603	4
R24,R27,R29,R31,R33,R35, R37,R40,R42,R44,R46,R48, R50,R52,R54,R57,R59,R61, R63,R65,R67,R69,R71,R73, R75,R77,R79,R81,R83,R85, R87,R89,R90,R99,R100,R103, R104,R106,R107,R108,R109, R110,R111	RC0603FR-071KL	YAGEO	0603_1K $\Omega$ _1%	R0603	43
R25,R30,R32,R39,R41,R47, R49,R56,R58,R64,R66,R72, R74,R80,R82,R88	RC1210FR-0751RL	YAGEO	1210_51 $\Omega$ _1%	R1210	16
R26	RC0805FR-0747KL	YAGEO	0805_47k $\Omega$ _1%	R0805	1
R28,R34,R36,R43,R45,R51, R53,R60,R62,R68,R70,R76, R78,R84,R86,R91	RC0603FR-07470RL	YAGEO	0603_470 $\Omega$ _1%	R0603	16
R38,R55	RC1206FR-07510RL	YAGEO	1206_510 $\Omega$ _1%	R1206	2
R92	RC0805FR-0747RL	YAGEO	0805_47 $\Omega$ _1%	R0805	1
R93,R94,R96,R97	RC0603FR-07100RL	YAGEO	0603_100 $\Omega$ _1%	R0603	4
R95	RT0805BRD071KL	YAGEO	0805_1K $\Omega$ _1%	R0805	1
R112	RC0603FR-07100KL	YAGEO	0603_100K $\Omega$ _1%	R0603	1
R113	AC0603FR-0710KL	YAGEO	0603_10K $\Omega$ _1%	R0603	1
R114,R115,R116	RT0805BRD0710KL	YAGEO	0805_10k $\Omega$ 3435K_1%	R0805	3
R118,R119	RS-03K10R0FT	FH	0603_10R_1%	R0603	2
R121,R125,R129,R174,R175, R178,R179,R182	RC0603FR-071KL	YAGEO	0603_1K $\Omega$ _1%	R0603	8
R127	RC0603FR-0710ML	YAGEO	0603_10M_1%	R0603	1
R136,R138	RC0603FR-0730KL	YAGEO	0603_30K_1%	R0603	2
R141	RC0603FR-07680KL	YAGEO	0603_680K_1%	R0603	1
R144,R155,R163	RC0603FR-075M1L	YAGEO	0603_5.1M_1%	R0603	3
R148,R156,R157,R158,R160, R164,R166,R169,R184	RC0603FR-07100RL	YAGEO	0603_100 $\Omega$ _1%	R0603	9
R151,R159	AC0603FR-0710KL	YAGEO	0603_10K $\Omega$ _1%	R0603	2
R153,R154	RC0603FR-072K7L	YAGEO	0603_2.7K $\Omega$ _1%	R0603	2
R181	RC0603FR-07200KL	YAGEO	0603_200K $\Omega$ _1%	R0603	1
R183	RC0603FR-0720KL	YAGEO	0603_20K $\Omega$ _1%	R0603	1
R185,R193	RC1206FR-0710RL	YAGEO	1206_10R_1%	R1206	2
SWD1	DIP-5P	XFCN	2.54mm*5Pin Header Connectors	HDR2.54- Y-LI-5P	1
TVS1	SMBJ64A	GOODWORK	TVS	SMB	1
TVS2,TVS3,TVS4,TVS5,TVS6,T VS7,TVS8	SMDJ75CA	BORN	TVS	SMC	7

U1	SH367309	SINOWEALTH	AFE	LQFP48 7X7_L	1
U2	STM32L011F4P6	ST	MCU	TSSOP-20	1
VR1	SE8650K1BHF	SEAWARD	LDO	SOT89_L	1
VR2	HT7333-A	HXY MOSFET	LDO	SOT89_L	1
Y1	Q13FC1350000400	EPSON	Crystal	SMD-3215	1

## 历史版本

日期	版本	备注	作者
2024/1/18	1.0	第一版	AE 团队



**Note:**

There is a dangerous voltage on the demo board, and exposure to high voltage may lead to safety problems such as injury or death.

Proper operating and safety procedures must be adhered to and used only for laboratory evaluation demonstrations and not directly to end-user equipment.



**Reminder:**

This product contains parts that are susceptible to electrostatic discharge (ESD). When using this product, be sure to follow antistatic procedures.



**Disclaimer:**

Innoscience reserves the right to make changes to the products or specifications described in this document at any time. All information in this document, including descriptions of product features and performance, is subject to change without notice. INNOIC ACCEPTSURBIT ACCEPTS NO LIABILITY ARISING OUT OF THE USE OF ANY EQUIPMENT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN. The performance specifications and operating parameters of the products described in this article are determined in a stand-alone state and are not guaranteed to be performed in the same manner when installed in the customer's product. Samples are not suitable for extreme environmental conditions. We make no representations or warranties, express or implied, as to the accuracy or completeness of the statements, technical information and advice contained herein and expressly disclaim any liability for any direct