

## DS2730 数据手册—降压型 PD3.0 C+CA 多口快充 SOC

### 特点

#### 放电管理

- 双路独立 Buck 转换器（开关频率：最大 1MHz）
- 最高放电效率：98%（VIN=20V，VBUS=20V@5A）
- 支持 CV/CC 模式
- 输入电压范围：5~30V
- 输出电压范围：3.3~20V
- 放电电压精度：10mV
- 最大放电电流：5A，支持线损补偿功能
- 支持低功耗模式
- 支持功率动态分配
- 支持 C+CA 的双路多口快充，支持直通模式

#### 高度集成

- 内置环路补偿电路
- 内置 16-bit 高精度 ADC
- 内置 2 路 USB Type-C 接口
- 集成多路 GPIO，可以定制功能

#### 快充协议

- PD3.0 / PPS、PD2.0
- QC3.0、QC2.0
- AFC、FCP、SCP
- APPLE 2.4A
- BC1.2 DCP

#### 典型应用：

- 充电器
- 储能

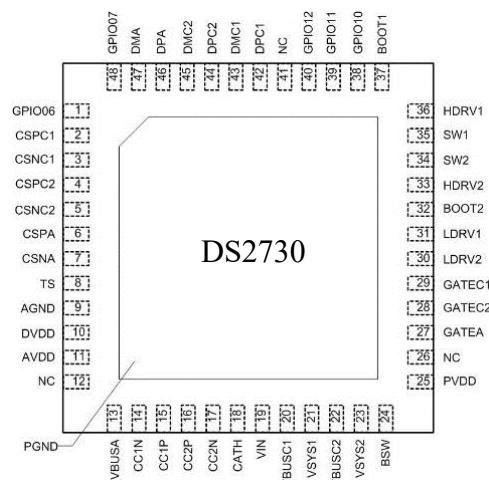
#### 封装形式：

- QFN-48（6.0×6.0mm，0.4mm pitch）

### 概述

DS2730 是一款面向 100W 快充应用的电源管理 SOC，集成了微处理器、双路降压变换器、快充协议控制器，支持 PD3.0、QC3.0、QC2.0、SCP、FCP、AFC 等主流快充协议。结合少量元件即可组成降压型 C+CA 双路独立的 100W 大功率多口快充解决方案。

### 管脚配置图



## 管脚定义

管脚号	管脚名称	类型	耐压	功能说明
1	GPIO06	AL	5V	通用输入输出端口，可复用为 I2C/SCL
2	CSPC1	AL	5V	电流采样脚，连接 USB-C1 口采样电阻的正端
3	CSNC1	AL	5V	电流采样脚，连接 USB-C1 口采样电阻的负端
4	CSPC2	AL	5V	电流采样脚，连接 USB-C2 口采样电阻的正端
5	CSNC2	AL	5V	电流采样脚，连接 USB-C2 口采样电阻的负端
6	CSPA	AL	5V	电流采样脚，连接 USB-A 口采样电阻的正端
7	CSNA	AL	5V	电流采样脚，连接 USB-A 口采样电阻的负端
8	TS	AL	5V	温度检测脚，通过温敏电阻连接模拟参考地
9	AGND	P	—	模拟参考地
10	DVDD	AL	1.8V	1.8V LDO 输出脚，通过 10 $\mu$ F 电容连接至参考地
11	AVDD	AL	5V	5.0V LDO 输出脚，通过 10 $\mu$ F 电容连接至参考地
12	NC	—	—	未使用
13	VBUSA	AH	35V	设备接入检测脚，连接 USB-A 口电源线 VCC
14	CC1N	AH	35V	USB-C1 端口 PD 通讯脚 2
15	CC1P	AH	35V	USB-C1 端口 PD 通讯脚 1
16	CC2P	AH	35V	USB-C2 端口 PD 通讯脚 1
17	CC2N	AH	35V	USB-C2 端口 PD 通讯脚 2
18	CATH	AH	35V	电压反馈脚（预留）
19	VIN	AH	35V	电源输入脚
20	VBUSC1	AH	35V	设备接入检测脚，连接 USB-C1 口电源线 VBUS
21	VSYS1	AH	35V	系统输出电压检测脚 1，检测环路 1 的输出电压
22	VBUSC2	AH	35V	设备接入检测脚，连接 USB-C2 口电源线 VBUS
23	VSYS2	AH	35V	系统输出电压检测脚 2，检测环路 2 的输出电压
24	BSW	AH	35V	内部降压电路上管驱动脚，通过电感连接至 PVDD
25	PVDD	AL	5V	MOS Driver 电源脚，通过 10 $\mu$ F 电容连接至参考地
26	NC	—	—	未使用
27	GATEA	AH	35V	通路控制脚，用于控制 USB-A 口的路径 MOS
28	GATEC2	AH	35V	通路控制脚，用于控制 USB-C2 口的路径 MOS
29	GATEC1	AH	35V	通路控制脚，用于控制 USB-C1 口的路径 MOS
30	LDRV2	AL	5V	半桥电路功率管下管驱动脚 2
31	LDRV1	AL	5V	半桥电路功率管下管驱动脚 1
32	BOOT2	AH	35V	通过自举电容和 SW2 脚连接
33	HDRV2	AH	35V	半桥电路功率管上管驱动脚 2
34	SW2	AH	35V	开关节点 2，通过 0.1 $\mu$ F 自举电容和 BOOT2 脚连接
35	SW1	AH	35V	开关节点 1，通过 0.1 $\mu$ F 自举电容和 BOOT1 脚连接
36	HDRV1	AH	35V	半桥电路功率管上管驱动脚 1
37	BOOT1	AH	35V	通过自举电容和 SW1 脚连接

管脚号	管脚名称	类型	耐压	功能说明
38	GPIO10	AL	5V	通用输入/输出端口
39	GPIO11	AL	5V	通用输入/输出端口
40	GPIO12	AL	5V	通用输入/输出端口
41	NC	—	—	未使用
42	DPC1	AL	5V	USB 数据接口, 连接 USB-C1 口数据通信线 D+
43	DMC1	AL	5V	USB 数据接口, 连接 USB-C1 口数据通信线 D-
44	DPC2	AL	5V	USB 数据接口, 连接 USB-C2 口数据通信线 D+
45	DMC2	AL	5V	USB 数据接口, 连接 USB-C2 口数据通信线 D-
46	DPA	AL	5V	USB 数据接口, 连接 USB-A 口数据通信线 D+
47	DMA	AL	5V	USB 数据接口, 连接 USB-A 口数据通信线 D-
48	GPIO07	AL	5V	通用输入输出端口, 可复用为 I2C/SDA
49	EPAD	P	—	芯片背板, 参考地 (GND)

备注: AH = 模拟高压; AL = 模拟低压; P = 电源管脚

## 功能说明

DS2730 是一款支持双路独立多口快充的电源管理 SOC, 集成了微处理器、降压型电压变换器、快充协议控制器、高精度 ADC、安全保护模块等功能单元, 搭载极少的外部元件, 即可组成 C+CA 的双路独立的 100W 多口快充应用方案。

## 放电管理

DS2730 集成了 2 路高效 DC-DC 电压变换器和 CV/CC 补偿电路。结合外置的 NMOS 功率管, 实现 2 路独立的 DC-DC 降压变换功能, 支持 100% 占空比输出和直通模式, 并根据设备的插入/移除状态, 控制放电电路的自动导通或关闭。在放电过程中, 实时监测放电电路的输出电压、负载电流和系统温度。当异常发生时, 执行相应的保护机制。

内置的同步降压变换器, 允许 5V~30V 的输入电压和 3.3V~20V 的输出电压, 最高输出效率可达 98%。

VIN=12V 和 VIN=20V、输出不同电压、电流时的效率如下图-1 所示。

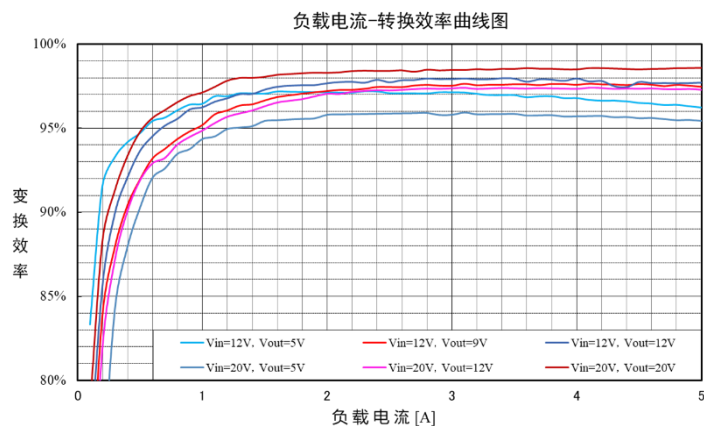


图-1 不同输出电压-电流时的变换效率

内置的同步降压变换器，支持最大 1MHz 的开关频率和线补功能，即使在大电流负载条件下，仍然可以实现很低的输出纹波。不同负载电流时的输出纹波，如下图-2 所示。

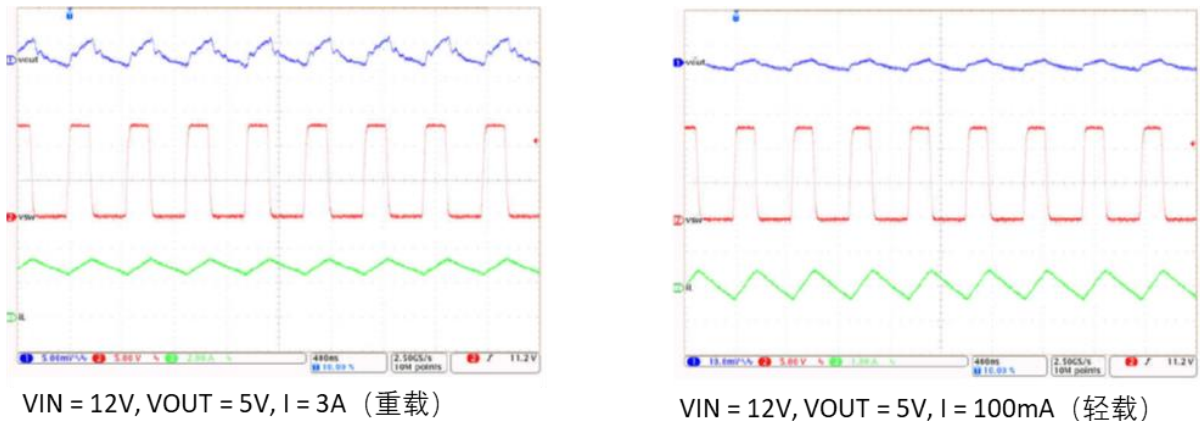


图 2 不同负载电流时的输出纹波

### 快充协议控制器

DS2730 集成了双路 USB Type-C 接口、PD PHY 以及协议层解析功能，支持设备插拔自动检测和设备类型的识别，兼容 PD、QC、SCP、FCP、AFC、APPLE 2.4A、BC1.2 DCP 等主流的快充协议。根据接入设备的功率请求，自动匹配最优的电压和电流输出。各快充方式的输出功率规格，如下表-1 所示。

表-1 快充协议-输出功率对照表

快充协议		输出功率
PD 快充	PD2.0	5V、9V、12V、15V、20V，额定功率 100W，最大电流 5A
	PD3.0/PPS	兼容 PD2.0，支持 3.3V~21V，步进电压 10mV，额定功率 100W
QC 快充	QC2.0	5V、9V、12V、20V，额定功率 60W，最大电流 3A
	QC3.0	兼容 QC2.0，支持 3.6V~20V 连续调压，步进电压 200mV
AFC 快充		5V、9V、12V，额定功率 24W，最大电流 3A
FCP 快充		5V、9V、12V，额定功率 24W，最大电流 3A
SCP 快充		5V~12V，额定功率 22.5W，最大电流 2.5A
APPLE 2.4A 快充		5V，最大电流 2.4A
BC1.2 DCP		5V，最大电流 3A

### 温度监测

DS2730 的测温管脚 TS 集成了电流源，结合外部的温敏电阻 (NTC)，用于监测应用系统中关键元件的温度，并根据温度动态调整输出功率。实际应用中，NTC 热敏电阻通常置于 PCB 上发热元件附近，例如，芯片 SW 开关节点、功率 MOS 或电感附近。选择不同阻值的 Rs 电阻，可以微调过温阈值。

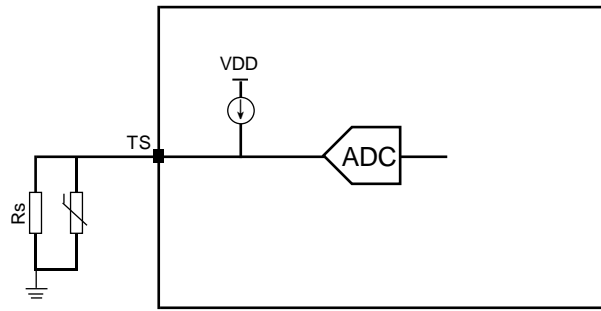


图-3 NTC 温度监测示意图

### 内置 ADC

DS2730 内置 16-bit 的高精度 ADC 和 12-bit 的高速 ADC。高精度 ADC 用于检测精度要求高的信号（例如，负载电流），高速 ADC 用于检测响应速度要求高的信号（例如，输出电压），并配置了窗口比较功能，可以根据检测结果做出快速反应。

### 输出线补功能

为了补偿因负载电流在线缆上产生的线压降，DS2730 集成了输出线补功能，从而保障了即使在重载条件下仍然可以实现稳定的电压输出。

### GPIO 功能

DS2730 集成了 5 路 GPIO，可以用作常规的输入/输出端口驱动 LED 灯、选择前级电源的输出电压以及 I2C 通讯接口（具体功能可定制）。

例-1：驱动 LED 灯，指示芯片的工作状态以及 USB 接口的快充状态，如下图-4 所示。

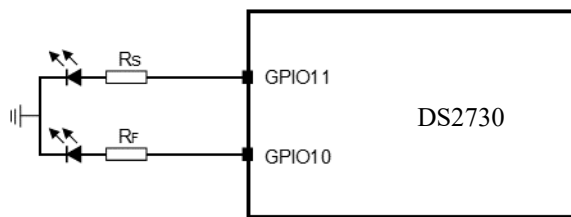


图-4 快充显示和状态显示

例-2：连接前级电源的反馈节点，调节系统级的输出电压，如下图-5 所示。

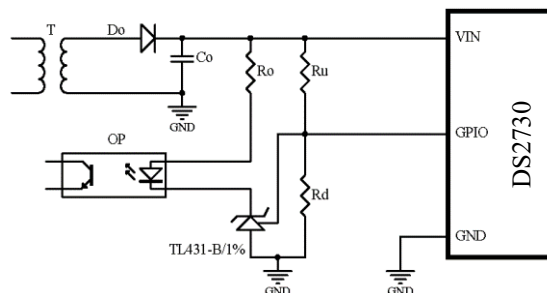


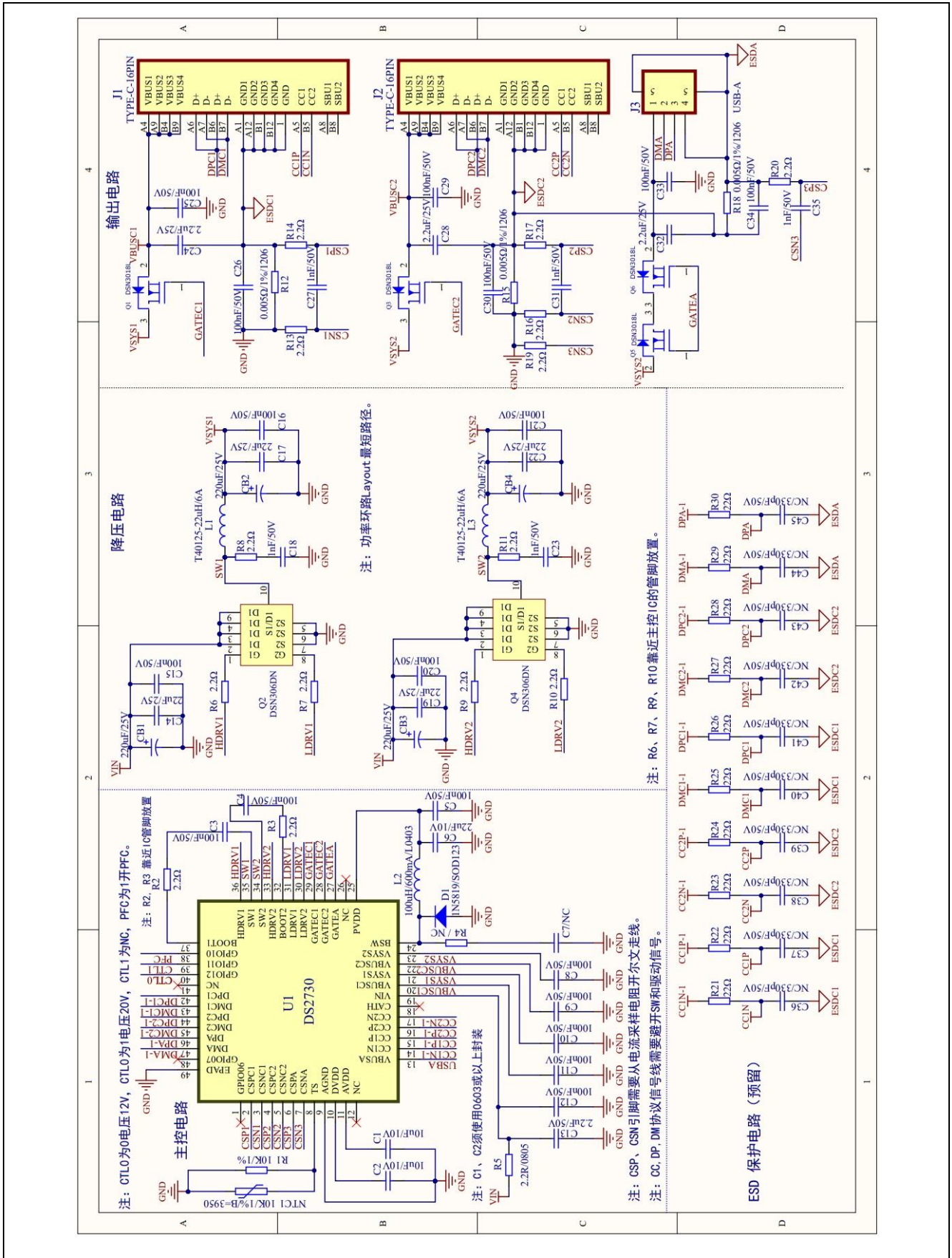
图-5. 前级电源反馈连接示意图

## 安全保护机制

DS2730 集成了过压/欠压保护、过流保护、过温保护、短路保护功能。

- 过压/欠压保护：放电过程中，DS2730 实时监测输入/输出电压，并和预设的阈值电压比较。如果电压高于过压阈值或低于欠压阈值，且维持时间达到一定长度时，芯片关闭放电通路。
- 过流保护：放电过程中，利用内部的高精度 ADC，实时监测流经采样电阻的电流。当电流大于预设的过流阈值时，首先降低输出功率；如果降低功率后仍然持续过流，则触发过流保护，芯片自动关闭放电通路。
- 过温保护：放电过程中，利用连接在 TS 管脚上的 NTC，实时监测芯片自身的温度或应用方案中关键元件的温度（例如，MOS 管）。当温度超出预设的保护门限时，降低放电功率。
- 短路保护：放电过程中，实时检测 VBUS 的电压和放电电流。发生 VBUS 输出短路时，自动关闭放电通路。

典型应用原理图：C+CA 双路独立多口快充适配器



注：实际应用原理图以原厂另行提供的原理图为准。

## 电气特性

## 极限参数

符号	参数		最小值	最大值	单位
V <sub>TOL</sub>	管脚耐压	VBUSA, CC1N, CC1P, CC2P, CC2N, CATH, VIN, VBUSC1, VSYS1, VBUSC2, VSYS2, BSW, GATEA, GATEC2, GATEC1, BOOT2, HDRV2, SW2, SW1, HDRV1, BOOT1	-0.3	35	V
		CSPC1, CSNC1, CSPC2, CSNC2, CSPA, CSNA, TS, DPC1, DMC1, DPC2, DMC2, DPA, DMA, GPIO10, GPIO11, GPIO12, GPIO06, GPIO07, AVDD, PVDD, LDRV1, LDRV2, HDRV1→SW1, BOOT1→SW1, HDRV2→SW2, BOOT2→SW2	-0.3	5.5	V
T <sub>stg</sub>	存储温度		-65	150	°C
I <sub>JUN</sub>	工作结温		-40	150	°C

注 1: 芯片在上表所列范围以外的条件下使用时, 可能会对芯片造成不可恢复的损坏。必须在不超过极限参数的状态下使用。

注 2: 表中所列的电压值是相对于 AGND 管脚的电压。

## 热阻

符号	参数	测试条件	规格值	单位
θ <sub>JA</sub>	结温-环境热阻	QFN-48 (6mm×6mm), 4 层 PCB	35	°C/W
θ <sub>JC</sub>	结温-封装热阻		7	°C/W

## 静电耐压

符号	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
V <sub>ESD</sub>	ESD-HBM 耐压	ANSI, ESDA, JEDEC JS-001	-4	+4	KV
	ESD-CDM 耐压	EIA-JEDEC JESD22-C101	-500	+500	V

## 推荐工作条件

符号	参数	测试条件	规格值		单位
			最小值	最大值	
V <sub>IN</sub>	输入电压		5	30	V
T <sub>OPR</sub>	工作温度		-40	125	°C

## A/D 电特性参数

符号	参数	测试条件	规格值			单位
			最小值	典型值	最大值	
R <sub>ESA</sub>	分辨率	ERRADC		12		bit
		SDADC		16		
F <sub>ECR</sub>	转换频率	ERRADC			24M	SPS
		SDADC			2.6K	



## 放电模块电特性参数

符号	参数	测试条件	规格值			单位
			最小值	典型值	最大值	
$V_{BUS}$	放电电压调整范围	$I_{DIS} \leq 5A$	3.3		20	V
$V_{STEP}$	放电电压调节步进	$V_{IN} = 20V, V_{SYS} = 12V$	9.9	10	10.1	mV
$\Delta V_{DIS}$	放电电压精度			10		mV
$I_{DIS}$	放电电流	$V_{IN} = 20V, V_{SYS} = 12V$			5	A
$\Delta I_{DIS}$	放电电流精度	采样电阻: 5m $\Omega$		5		mA
$F_{sw}$	开关频率范围		25	400	1000	KHz
$I_Q$	静态电流	$V_{IN} = 20V$ , 低功耗模式			80	$\mu A$
$V_{DPC}$	线损补偿电压	$V_{IN} = 20V, V_{SYS} = 20V@4A$			240	mV
$I_{NL}$	空载关机电流门限	$V_{IN} = 20V$ , 负载电流下降	5			mA
$T_{NL}$	空载关机延迟时间	$V_{IN} = 20V, I_{DIS} = 50mA$		20		s

## 电源特性参数

符号	参数	测试条件	规格值			单位
			最小值	典型值	最大值	
$V_{AVDD}$	AVDD 输出电压	$V_{IN} = 12V$		5		V
$I_{AVDD}$	AVDD 输出电流	$V_{IN} = 12V, V_{AVDD} = 5V$			50	mA
$C_{AVDD}$	AVDD 输出电容	$V_{IN} = 12V, I_{AVDD} = 50mA$	2.2	10		$\mu F$
$V_{DVDD}$	DVDD 输出电压	$V_{IN} = 12V$ , MCU operate		1.8		V
$I_{DVDD}$	DVDD 输出电流	$V_{IN} = 12V, V_{DVDD} = 1.8V$			50	mA
$C_{DVDD}$	DVDD 输出电容	$V_{IN} = 12V, I_{DVDD} = 50mA$	2.2	10		$\mu F$
$V_{PVDD}$	PVDD 输出电压	$V_{IN} = 12V$		5		V
$I_{PVDD}$	PVDD 输出电流	$V_{IN} = 12V, V_{PVDD} = 5V$			120	mA
$C_{PVDD}$	PVDD 输出电容	$V_{IN} = 12V, I_{PVDD} = 80mA$	2.2	10		$\mu F$

## 功率驱动器等效阻抗

符号	参数	测试条件	规格值			单位
			最小值	典型值	最大值	
R <sub>HDRV1_ON</sub>	高边驱动器 1 导通阻抗	V <sub>BOOT1</sub> -V <sub>SW1</sub> = 5V		2		Ω
R <sub>HDRV1_OFF</sub>	高边驱动器 1 截止阻抗	V <sub>BOOT1</sub> -V <sub>SW1</sub> = 5V		1		Ω
R <sub>LDRV1_ON</sub>	低边驱动器 1 导通阻抗			2		Ω
R <sub>LDRV1_OFF</sub>	低边驱动器 1 截止阻抗			1		Ω
R <sub>HDRV2_ON</sub>	高边驱动器 2 导通阻抗	V <sub>BOOT2</sub> -V <sub>SW2</sub> = 5V		2		Ω
R <sub>HDRV2_OFF</sub>	高边驱动器 2 截止阻抗	V <sub>BOOT2</sub> -V <sub>SW2</sub> = 5V		1		Ω
R <sub>LDRV2_ON</sub>	低边驱动器 2 导通阻抗			2		Ω
R <sub>LDRV2_OFF</sub>	低边驱动器 2 截止阻抗			1		Ω

## CC 电特性参数

符号	参数	测试条件	规格值			单位
			最小值	典型值	最大值	
V <sub>TOL</sub>	CC 耐压范围		-0.3		35	V
V <sub>COH</sub>	CC 高电平输出电压		1.05	1.1	1.2	V
V <sub>COL</sub>	CC 低电平输出电压		0		0.1	V
V <sub>CIH</sub>	CC 高电平输入电压		0.6		1.4	V
V <sub>CIL</sub>	CC 低电平输入电压		0		0.4	V
R <sub>CT</sub>	CC 线输出阻抗		33		75	Ω
R <sub>CR</sub>	CC 线输入阻抗		1			MΩ
F <sub>BMC</sub>	BMC 数据传输频率		270		330	Kbps
I <sub>RP</sub>	CC 上拉电流	0.5A@5V	64	80	96	μA
		1.5A@5V	166	180	194	μA
		3.0A@5V	304	330	356	μA
V <sub>CCI</sub>	插入检测电压阈值	0.5A@5V	1.5	1.6	1.65	V
		1.5A@5V	1.5	1.6	1.65	V
		3.0A@5V	2.45	2.6	2.75	V
V <sub>CONN</sub>	CC 供电电压		3.0	4.8	5.5	V

## 保护功能门限

符号	参数	测试条件	规格值			单位
			最小值	典型值	最大值	
V <sub>OVP_O</sub>	输出过压门限	输出电压上升		23		V
T <sub>OVP_O</sub>	输出过压保护响应时间				30	μs
V <sub>OVP_I</sub>	输入过压门限	输入电压上升			30	V
T <sub>OVP_I</sub>	输入过压保护响应时间				30	μs
V <sub>UVP_I</sub>	输入欠压门限	输入电压下降	5			V
T <sub>UVP_I</sub>	输入欠压保护响应时间				30	μs
I <sub>OSP</sub>	输出短路门限	输出电流上升		15		A
T <sub>OSP</sub>	输出短路保护响应时间				30	μs
T <sub>OTP</sub>	热关断温度门限	温度上升		150		°C
ΔT <sub>OTP</sub>	热关断温度迟滞	温度下降		40		°C
I <sub>OCR</sub>	输出过流点标称值			5		A
I <sub>OCP</sub>	输出过流保护门限	输出电流上升		115		%
ΔI <sub>OCP</sub>	输出过流门限迟滞	输出电流下降		300		mA

注：以上门限值均为基于标准方案评估板的测试结果，可根据实际应用需求调整。

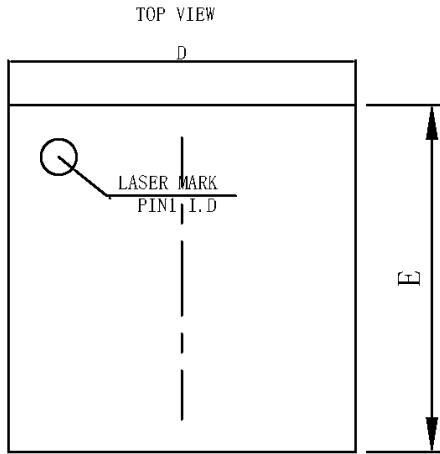
## GPIO 特性参数

符号	参数	测试条件	规格值			单位
			最小值	典型值	最大值	
V <sub>OH</sub>	高电平输出电压		4.5	5		V
V <sub>OL</sub>	低电平输出电压			0	0.4	V
I <sub>OH</sub>	高电平输出电流		-8		-16	mA
I <sub>OL</sub>	低电平输出电流		8		16	mA

封装信息

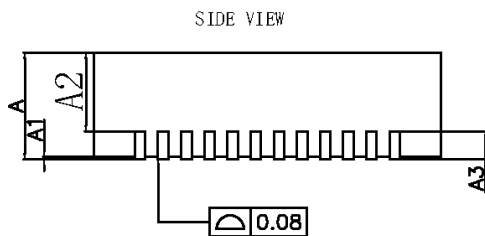
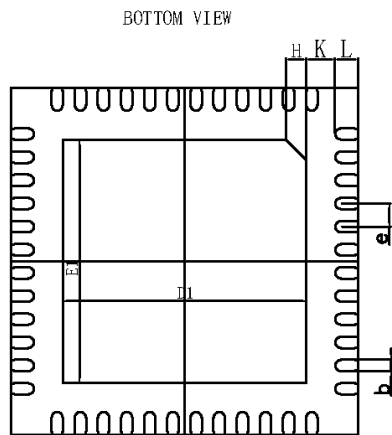
QFN-48 外形尺寸

单位：毫米



COMMON DIMENSIONS

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	0.50	0.55	0.60
A1	0.00	0.02	0.05
A2	0.340	0.398	0.456
A3	0.203REF		
b	0.15	0.20	0.25
D	5.90	6.00	6.10
E	5.90	6.00	6.10
D1	4.10	4.20	4.30
E1	4.10	4.20	4.30
e	0.40BSC		
K	0.50REF		
L	0.30	0.40	0.50
H	0.35REF		



## 修订记录

Rev.	发行日	修订内容	
		页	要点
1.00	2024.02.26	—	初版发行