

45W 输出，集成多种快充输出协议的降压 SOC

支持 PD2.0/PD3.1/PPS,UFCFS,QC2.0/QC3.0/QC3+,AFC,FCP

1 特性

- 同步开关降压转换器
 - ◇ 内置功率 MOS
 - ◇ 输入工作电压范围：7.3V~32V
 - ◇ 输出电压范围：3V~21V
 - ◇ 集成输出电压线补功能
 - ◇ 输出具有 CV/CC 特性
 - ◇ VIN=24V, VOUT=5V/3A, 板端转换效率为 92.7%
- 支持 **Type-C** 输出接口和 **USB PD** 协议
 - ◇ 支持 5V、9V、12V、15V、20V 电压输出
 - ◇ 支持 PD2.0/PD3.1/PPS 输出协议
 - ◇ PPS 支持 3.3V~21V, 20mV/step 的电压输出
- 快充输出协议
 - ◇ 支持 Type-C 口的 PD 输出协议
 - ◇ 支持 BC1.2 和 Apple 协议
 - ◇ 支持 QC2.0, QC3.0 和 QC3+ 输出快充协议
 - ◇ 支持 AFC 输出快充协议
 - ◇ 支持 FCP 输出快充协议
 - ◇ 支持 UFCFS 输出快充协议
 - 通过 UFCFS 融合快速充电功能认证
 - 证书 0302347161002R0M-UFCFS00046
- 多重保护、高可靠性
 - ◇ 输入过压、输入欠压、
 - ◇ 输出短路、输出过流保护
 - ◇ 过温保护
 - ◇ DP/DM/CC 过压保护
 - ◇ CC 直流耐压 25V
 - ◇ HBM ESD 2KV

2 应用

- USB Type-C PD 充电器

3 简介

IP6529 是一款集成同步开关的降压 SOC，支持多种快充输出协议，为车载 USB Type-C PD 充电器提供完整的解决方案。

IP6529 内置功率 MOS，输入电压范围是 7.3V 到 32V，输出电压范围是 3V 到 21V，能提供最大 45W 的输出功率，能够根据识别到的快充协议自动调整输出电压和电流，典型输出电压和电流有：5V/3A, 9V/3A。

IP6529 的输出具有 CV/CC 特性，当输出电流小于设定值，进入 CV 模式，输出电压恒定；当输出电流大于设定值，进入 CC 模式，随着输出电流增大，输出电压降低。

IP6529 内置 12-bit ADC，可以精确测量输入电压，输出电压电流以及芯片温度，可以通过 IIC 来读取输出电压和输出电流的信息。

IP6529 具有软启动功能，可以防止启动时的冲击电流影响输入电源的稳定。

IP6529 有多种保护功能，具有输入过压、欠压保护，输出过流、过压、欠压、短路保护等功能。

IP6529 采用 QFN24(4mm*4mm)封装。

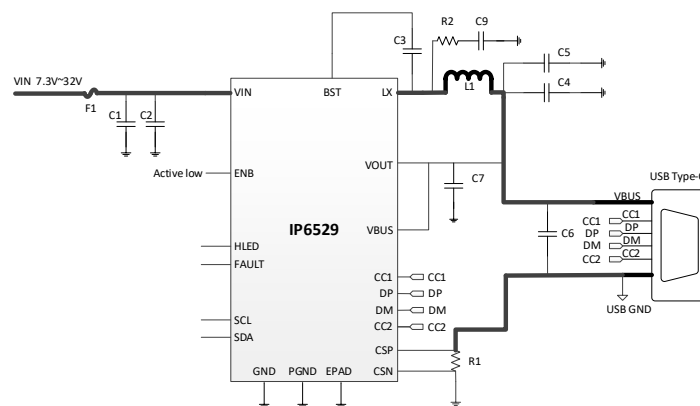


图 1 IP6529 输出简化应用原理图

目录

| | |
|--------------------------------|----|
| 1 特性..... | 1 |
| 2 应用..... | 1 |
| 3 简介..... | 1 |
| 4 修改记录..... | 3 |
| 5 典型应用原理图..... | 3 |
| 6 引脚定义..... | 4 |
| 7 IP 系列型号选择表..... | 5 |
| 7.1 IC 型号选择表..... | 5 |
| 7.2 IP6529 型号选择表..... | 6 |
| 8 芯片内部框图..... | 7 |
| 9 极限参数..... | 8 |
| 10 推荐工作条件..... | 8 |
| 11 电气特性..... | 9 |
| 12 功能描述..... | 11 |
| 12.1 同步开关降压控制器..... | 11 |
| 12.2 输出电压线补功能..... | 12 |
| 12.3 输出 CC /CV 特性..... | 12 |
| 12.4 输出 CC 电流设定..... | 12 |
| 12.5 保护功能..... | 13 |
| 12.6 输出快充协议..... | 14 |
| 12.7 Type-C 接口和 USB PD 协议..... | 14 |
| 12.8 ENB 功能..... | 14 |
| 12.9 HLED 功能..... | 14 |
| 12.10 FAULT 功能..... | 15 |
| 12.11 IIC 控制和 ADC 读取..... | 15 |
| 13 应用说明..... | 16 |
| 13.1 输入电容选择..... | 16 |
| 13.2 电感选择..... | 16 |
| 13.3 输出电容选择..... | 16 |
| 14 应用原理图..... | 17 |
| 15 BOM 表..... | 18 |
| 16 PCB 布局注意事项..... | 19 |
| 17 封装信息..... | 20 |
| 18 编带与包装信息..... | 24 |
| 18.1 编带信息..... | 24 |
| 18.2 卷盘包装纸盒规格..... | 25 |
| 19 丝印信息..... | 26 |
| 20 实物照片..... | 26 |
| 21 焊接温度..... | 27 |
| 责任及版权申明..... | 28 |

4 修改记录

备注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同。

初版释放 **V1.00**（2023 年 4 月）

更改版本 **V1.00**（2023 年 4 月）至 **V1.10**（2024 年 3 月）

页码

| | |
|-----------------------|---|
| 1. 增加 UFCS 认证编号 | 1 |
|-----------------------|---|

5 典型应用原理图

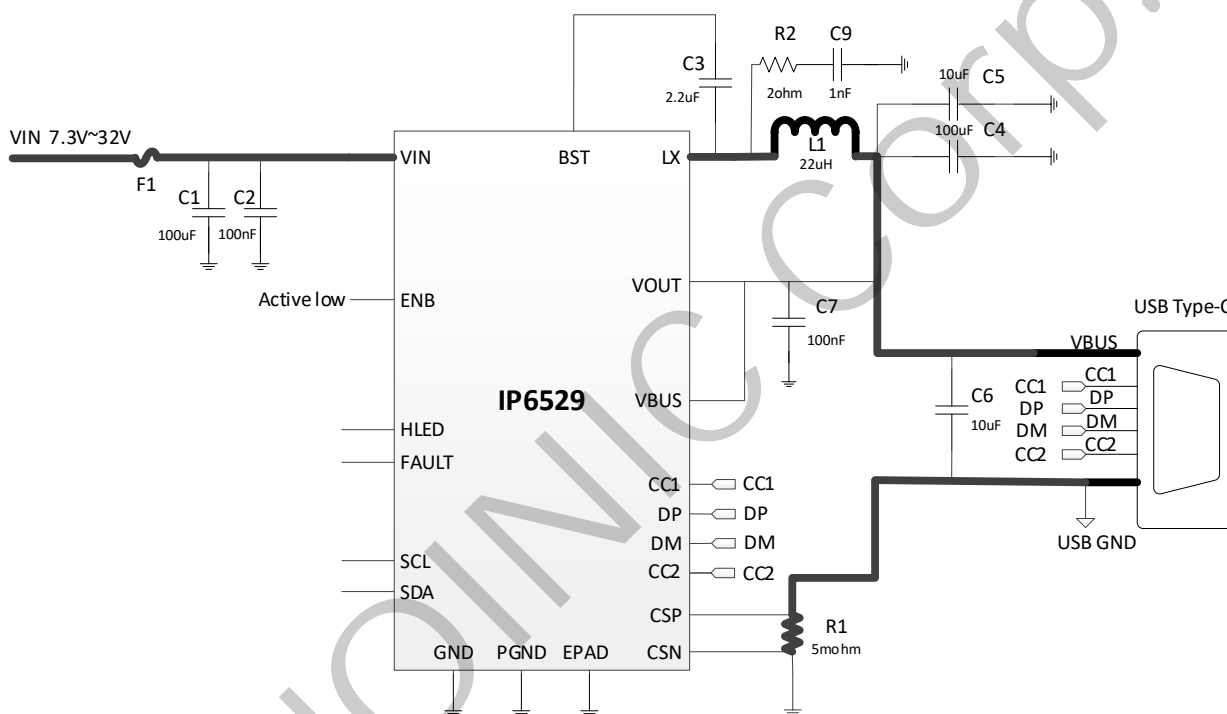


图 2 IP6529 支持外部采样电阻的 PD 快充输出典型应用原理图

说明：

- (1) IP6529 的 EPAD 必须和 PCB 板 PGND 接触良好；
- (2) ENB 不可悬空，需要给一个确定的电平；当 ENB 为低电平时芯片开启，拉高到 2V 以上时芯片关闭；
- (3) C1 和 C2 应该靠近 PIN2、3 放置；C2 如果距离 100uF 电容或电源 VIN 较远，需要适当增大容值；
- (4) C7 应该靠近 PIN18、19 放置；
- (5) R2 和 C9 组成的 RC 电路应该靠近 LX 放置，RC 电路、IC 的 LX 和 PGND 组成的环路在 PCB 上面积要最小；
- (6) 方案上 USB 座子不带 DP、DM 引脚时，PCB 上应该预留 DP、DM 接口，方便器件进行后续升级。

6 引脚定义

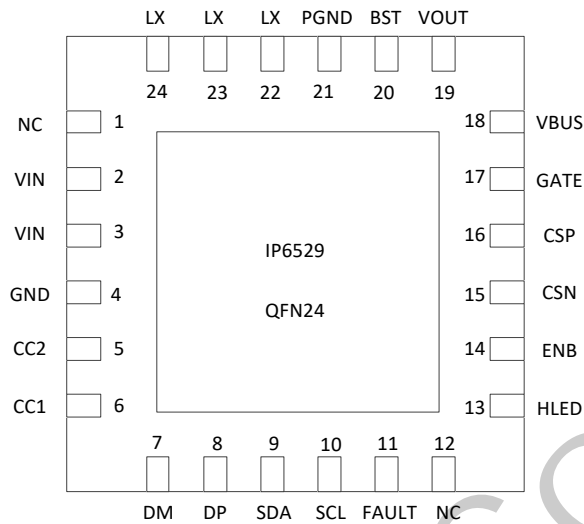


图 3 IP6529 引脚图

PIN 脚列表:

| 引脚 | | 描述 |
|----------|-------|--|
| 序号 | 名称 | |
| 1/12 | NC | NC 引脚。 |
| 2/3 | VIN | 输入供电引脚。 |
| 4 | GND | 地引脚。 |
| 5 | CC2 | USB C 口检测和快充通信引脚 CC2。 |
| 6 | CC1 | USB C 口检测和快充通信引脚 CC1。 |
| 7 | DM | USB DM 信号引脚，连接 USB 座子的 DM。 |
| 8 | DP | USB DP 信号引脚，连接 USB 座子的 DP。 |
| 9 | SDA | IIC 串行接口数据输入/输出。 |
| 10 | SCL | IIC 串行接口时钟输入。 |
| 11 | FAULT | 异常状态指示引脚。 |
| 13 | HLED | 快充输出指示引脚。 |
| 14 | ENB | 芯片使能引脚，不可悬空。外部拉低时，芯片使能。 |
| 15 | CSN | 输出端电流检测负端。 |
| 16 | CSP | 输出端电流检测正端。 |
| 17 | GATE | 输出口路径 MOS 驱动引脚。 |
| 18 | VBUS | VBUS 电压检测引脚。 |
| 19 | VOUT | VOUT 电压反馈引脚。 |
| 20 | BST | 自举电容引脚，紧靠芯片 BST 引脚和 LX 引脚放置自举电容，为上管栅极驱动提供电压。 |
| 21 | PGND | 功率地引脚。 |
| 22/23/24 | LX | 功率开关节点，连接外部电感。 |
| 25 | EPAD | 功率地和散热地。 |

7 IP 系列型号选择表

7.1 IC 型号选择表

| IC 型号 | 放电 电流 | 双 路 | 支持的协议 | | | | | | | | | | 封装 | |
|-----------------|----------|--------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----------|------|-------|----------------|-------|---------|
| | | | DCP | QC2.0 | QC3.0 | FCP | SCP | AFC | MTK PE | SFCP | PD2.0 | PD3.0 (PPS) | 规格 | 兼 容 |
| IP6536 | 2.4A | √ | √ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ESOP8 | PIN2PIN |
| IP6523S_NU | 3.4A | - | √ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ESOP8 | |
| IP6525TQ | 18W | - | √ | √ | √ | √ | - | √ | - | - | - | - | ESOP8 | |
| IP6525T_NU | 18W | - | √ | √ | √ | √ | - | √ | - | - | - | - | ESOP8 | PIN2PIN |
| IP6525S | 18W | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | ESOP8 | |
| IP6525S_OC | 18W | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | √ | - | - | ESOP8 | |
| IP6520 | 18W | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | √ | - | ESOP8 | PIN2PIN |
| IP6520T | 20W | - | √ | √ | √ | √ | - | √ | - | - | √ | - | ESOP8 | |
| IP6520T_PPS | 20W | - | √ | √ | √ | √ | - | √ | - | - | √ | √ | ESOP8 | |
| IP6537_C | 18W | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | QFN24 | PIN2PIN |
| IP6537_C_30W20V | 30W | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | QFN24 | |
| IP6529_C | 27W | - | √ | √ | √ | √ | - | √ | - | - | √ | √ | QFN24 | |
| IP6538U_AA | 24W | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | - | QFN32 | PIN2PIN |
| IP6538U_AC | 27W | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | QFN32 | |
| IP6551 | 4.8A | √ | √ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | QFN32 | |
| IP6527U_A | 24W | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | - | QFN32 | PIN2PIN |
| IP6527U_C | 27W | - | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | - | √ | √ | QFN32 | |
| IP6559_C | 100W | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | √ | √ | QFN64 | PIN2PIN |
| IP6559_AC | 100W | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | √ | √ | QFN64 | |
| IP6557_C | 140W | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | √ | √ | QFN40 | |

7.2 IP6529 型号选择表

| 型号名 | USB | 输出功率 | | | | | |
|--------------|------------|------|-------|-------|-----------|------------|--|
| | | PDO | 5V/3A | 9V/3A | 12V/2.25A | | |
| IP6529_C | USB Type-C | QC | 5V/3A | 9V/2A | 12V/1.5A | | |
| | | PDO | 5V/3A | 9V/3A | 12V/2.25A | 3.3-11V/3A | |
| IP6529_C_PPS | USB Type-C | PDO | 5V/3A | 9V/3A | 12V/2.25A | 3.3-11V/3A | |
| | | QC | 5V/3A | 9V/2A | 12V/1.5A | | |

说明:

1. IP6529 最大支持 45W (20V2.25A) 的功率输出;
2. IP6529 的 FAULT 和 HLED PIN 可以根据需求复用为其他功能。

8 芯片内部框图

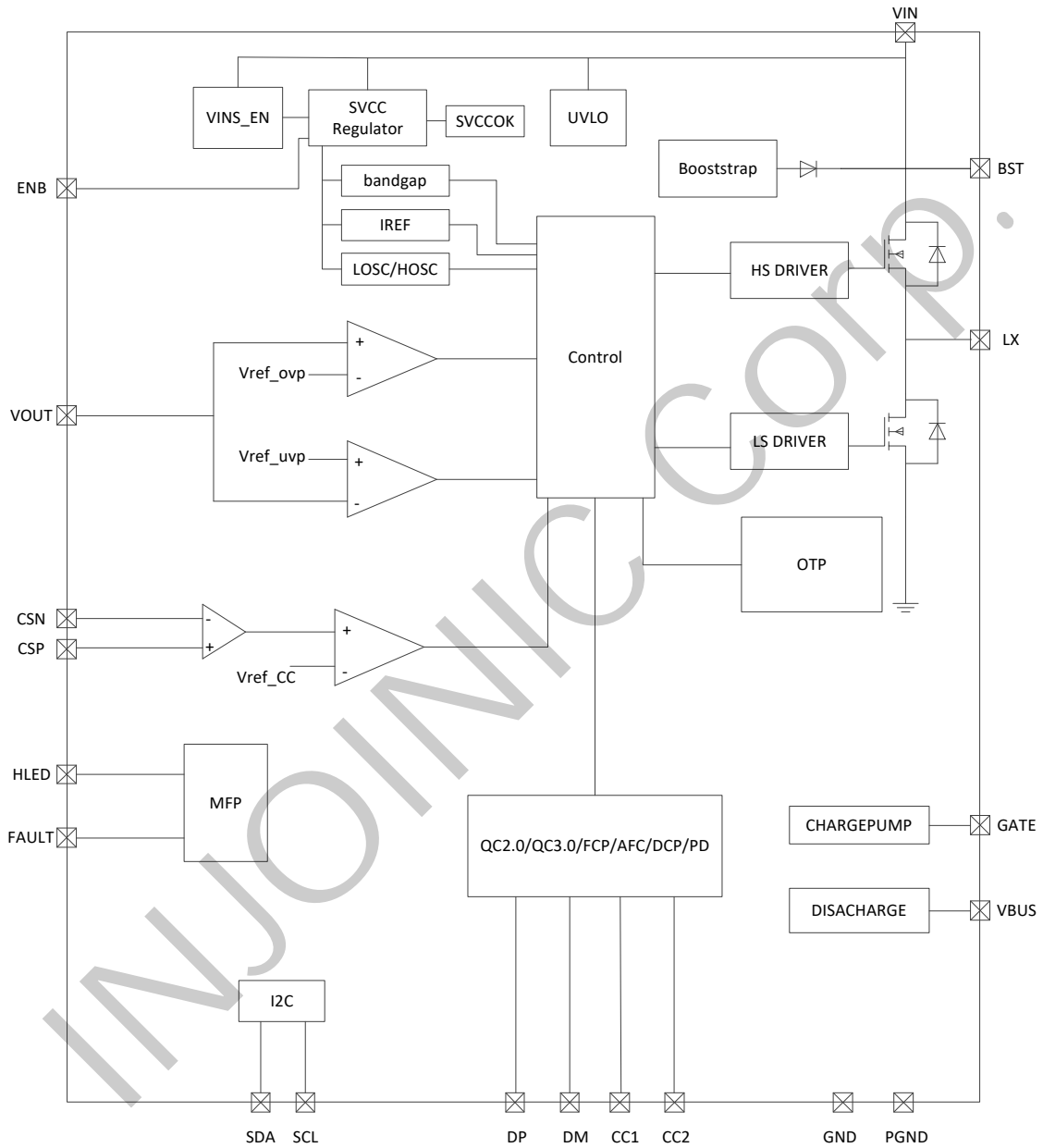


图 4 IP6529 内部框图

9 极限参数

| 参数 | 符号 | 值 | 单位 |
|----------------|---------------------|---------------------|------|
| 输入电压范围 | V_{IN} | -0.3 ~ 36 | V |
| LX 电压范围 | V_{LX} | -0.3 ~ $V_{IN}+0.3$ | V |
| VOUT 电压范围 | V_{VOUT} | -0.3 ~ 25 | V |
| DM/DP/CC 等电压范围 | $V_{DM/DP/CC1/CC2}$ | -0.3 ~ 22 | V |
| 结温范围 | T_J | -40 ~ 150 | °C |
| 存储温度范围 | T_{stg} | -60 ~ 150 | °C |
| 热阻（结温到环境） | θ_{JA} | 50 | °C/W |
| 人体模型（HBM） | ESD | 2 | KV |

*高于绝对最大额定值部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害，在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命

10 推荐工作条件

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------|----------|-----|-----|-----|----|
| 输入电压 | V_{IN} | 7.3 | 24 | 32 | V |

*超出这些工作条件，器件工作特性不能保证。

11 电气特性

除特别说明， $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $L=22\mu\text{H}$ ， $V_{\text{IN}}=24\text{V}$ ， $V_{\text{OUT}}=5\text{V}$ ，在 IP6529_C 的 demo 上测试。

| 参数 | 符号 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------------------|--------------------------|--|------|------|------|------------------|
| 输入系统 | | | | | | |
| 输入电压 | V_{IN} | | 7.3 | 24 | 32 | V |
| 输入欠压阈值 | $V_{\text{IN-UV}}$ | 上升电压 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | V |
| | $V_{\text{IN-UV-TH}}$ | 迟滞电压 | - | 0.3 | - | V |
| 输入过压阈值 | $V_{\text{IN-OV}}$ | 上升电压 | 31.4 | 31.7 | 32.0 | V |
| | $V_{\text{IN-OV-TH}}$ | 迟滞电压 | - | 0.2 | - | V |
| 输入静态电流 | I_{Q} | $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$ ，待机状态 | - | 0.6 | - | mA |
| 关机电流 | I_{SD} | $\text{ENB} = 3.3\text{V}$ ， $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$ 时的输入电流 | - | 18 | - | uA |
| 功率开关系统 | | | | | | |
| 上管导通电阻 | $R_{\text{DS(ON)-HIGH}}$ | | - | 30 | - | $\text{m}\Omega$ |
| 下管导通电阻 | $R_{\text{DS(ON)-LOW}}$ | | - | 20 | - | $\text{m}\Omega$ |
| 最大占空比 | D_{MAX} | $V_{\text{IN}} = 9\text{V}$ ， $V_{\text{OUT}} = 9\text{V}/3\text{A}$ | - | 95 | - | % |
| 开关频率 | F_{SW} | | 100 | 115 | 130 | KHz |
| 输出系统 | | | | | | |
| 输出电压 | V_{OUT} | | 3 | 5 | 21 | V |
| 输出电压纹波 | ΔV_{OUT} | $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$ ， $V_{\text{OUT}} = 5\text{V}/3\text{A}$ | 75 | 85 | 100 | mV |
| | | $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$ ， $V_{\text{OUT}} = 9\text{V}/3\text{A}$ | 80 | 90 | 100 | mV |
| | | 备注：按照 Demo 板参考设计下的测试典型值 | | | | |
| 软启动时间 | T_{SS} | $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$ ， $V_{\text{OUT}} = 5\text{V}$ | - | 8 | - | ms |
| 输出线补电压 | V_{COMP} | $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$ ， $V_{\text{OUT}} = 5\text{V}$ ， $I_{\text{OUT}} = 3\text{A}$ | - | 150 | - | mV |
| 输出 CC 模式最大电流 (IP6529_C) | I_{OUT} | $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$ ， $V_{\text{OUT}} = 5\text{V}$ | - | 3 | - | A |
| | | $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$ ， $V_{\text{OUT}} = 9\text{V}$ | - | 3 | - | A |
| | | $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$ ， $V_{\text{OUT}} = 12\text{V}$ | - | 2.25 | - | A |
| 输出打嗝重启电压 | V_{OUT} | 输出进入 CC 模式后，输出打嗝重启电压 (V_{OUT} 设定电压大于等于 5V) | - | 4.1 | - | V |
| | | 输出进入 CC 模式后，输出打嗝重启电压 (V_{OUT} 设定电压小于 5V) | - | 3 | - | V |
| 输出打嗝间隔 | T_{HIC} | $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$ ，输出短路 | - | 2 | - | s |

| | | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------------------|---|-----|-----|---------|
| DPDM 过压保护电压 | $V_{OVP_DP_DM}$ | $V_{IN} = 24V, V_{OUT}=5V$ | - | 4.5 | - | V |
| CC 过压保护电压 | V_{OVP_CC} | $V_{IN} = 24V, V_{OUT}=5V$ | - | 6.0 | - | V |
| 热关断温度 | T_{OTP} | 上升温度 | - | 165 | - | °C |
| 热关断温度迟滞 | ΔT_{OTP} | | - | 10 | - | °C |
| ENB PIN | | | | | | |
| ENB 输入关闭电压 | $V_{ENB-OFF}$ | ENB 输入电压上升器件关闭的电压 | 2 | - | - | V |
| ENB 输入开启电压 | V_{ENB-ON} | ENB 输入电压下降器件开启的电压 | - | - | 0.5 | V |
| ENB 输入开启延时 | T_{ENB-ON} | ENB 输入为低至 DCDC 开启延时时间 | - | 170 | - | ms |
| ENB 输入关断延时 | $T_{ENB-OFF}$ | ENB 输入为高至 DCDC 关断延时时间 | - | 50 | - | μs |

12 功能描述

12.1 同步开关降压控制器

IP6529 集成一个支持宽输入电压，高效率的同步开关降压转换器，输入电压范围是 7.3V~32V，输出电压范围是 3.0V~21V。

IP6529 内置有功率开关管，工作时的开关频率是 115KHz。

在 $V_{IN}=24V$ ， $V_{OUT}=5V/3A$ 时，板端转换效率为 92.7%；

IP6529 根据识别到的快充协议，自动调整输出电压和电流。

IP6529 具有软启动功能，防止在启动时的冲击电流过大引起故障。 $V_{IN}=24V$ ，5V 空载输出的软启动时间为 8ms。

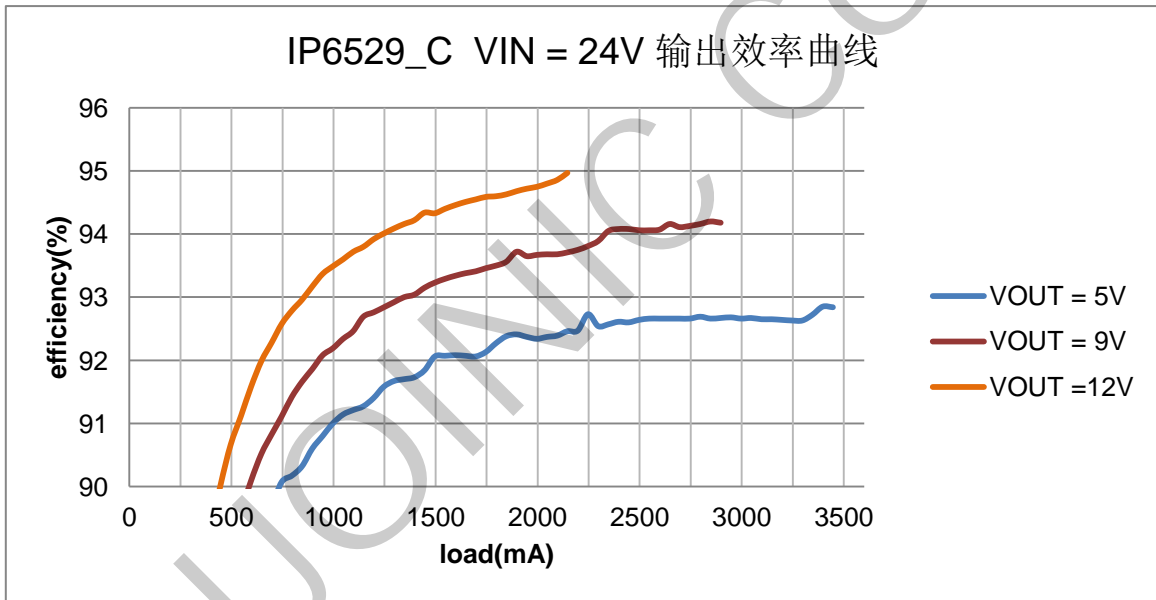


图 5 IP6529_C 在 $V_{IN} = 24V$ 的输出效率曲线

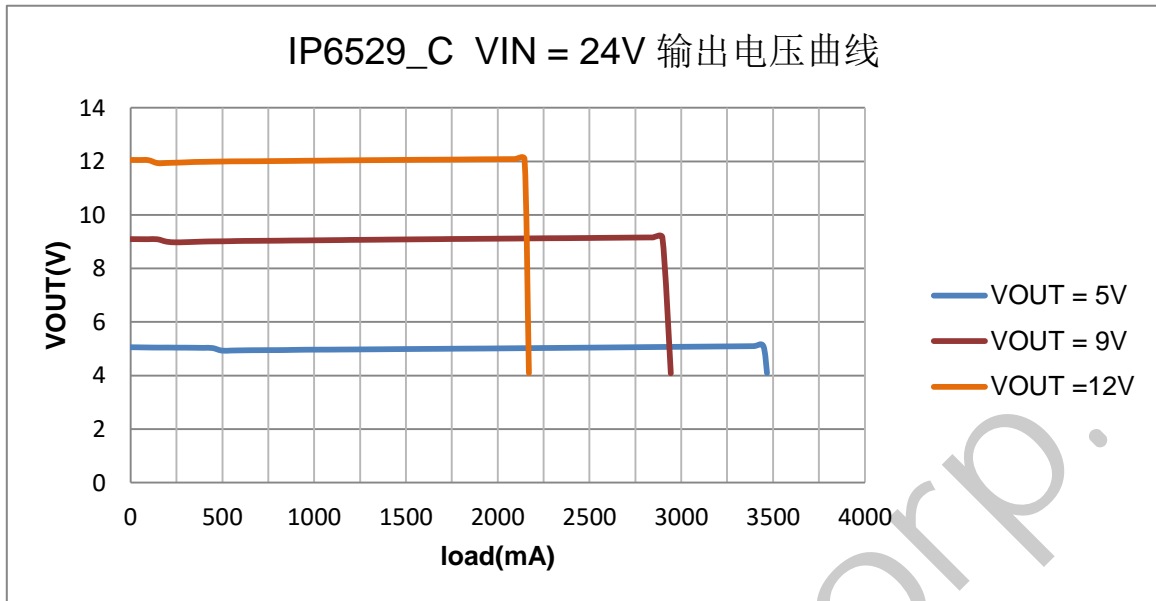


图 6 IP6529_C 在 VIN = 24V 的输出电压曲线

12.2 输出电压线补功能

IP6529的输出电压有纹补功能：输出电流每增大1A，输出电压就会提高50mV。

12.3 输出 CC /CV 特性

IP6529 的输出具有 CV/CC 特性，当输出电流小于设定值，进入 CV 模式，输出电压恒定；当输出电流大于设定值，进入 CC 模式，随着输出电流增大，输出电压会快速降低，直到触发输出电压欠压保护；

当 VOUT 设定电压大于等于 5V 时，当输出电流增加，输出电压低于 4.1V，输出关断，间隔 2s 后打嗝重启；当 VOUT 设定电压小于 5V 时，当输出电流增加，输出电压低于 3V，输出关断，间隔 2s 后打嗝重启。

12.4 输出 CC 电流设定

IP6529 可以通过调节输出通路上 CSP 和 CSN 间的 5mohm 电流检测电阻来调节输出限流大小，如下图所示。通过检测 CSP 和 CSN 之间的电压差，来判断当前负载电流是否到设定电流大小。

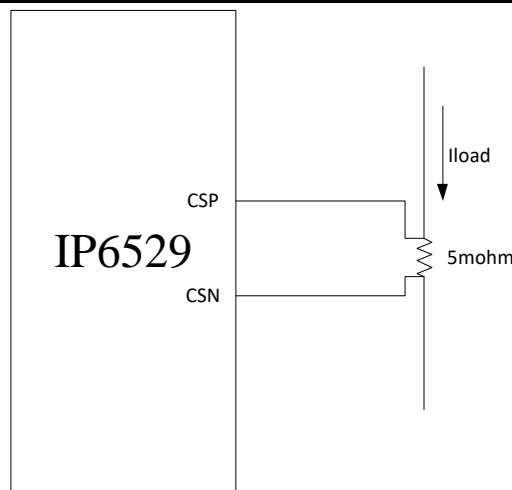


图 7 IP6529 的输出限流电路图

在 PCB layout 时，要特别注意 CSP 和 CSN 的走线，需要从 5mohm 电阻两端直接引出，防止引入 PCB 走线阻抗，从而引起 IC 限流偏差。

对于 5mohm 电阻的选择也要考虑电阻的精度，需要选用温度系数好（100ppm）、1%精度的电阻。当改变 5mohm 的电流检测电阻后，对应的输出限流大小也会改变。

12.5 保护功能

IP6529 具有输入欠压保护功能，当 VIN 电压低于 6.9V，IP6529 检测到输入欠压，关闭输出。

IP6529 具有输入过压保护功能，当 VIN 电压上升超过 32V，IP6529 检测到输入过压，关闭输出；当 VIN 电压再次下降到 31.7V，IP6529 才认为输入正常，打开输出。

IP6529 具有输出欠压保护功能，VOUT 设定电压大于等于 5V 时，当 VOUT 输出降低到 4.1V，IP6529 检测到输出欠压，关闭输出，过 2s 后打嗝重启；VOUT 设定电压低于 5V 时，当 VOUT 输出降低到 3V，关闭输出，过 2s 后打嗝重启。

IP6529 具有短路保护功能，启动 8ms 后，VOUT 电压如果低于 4.1V，则 IP6529 认为输出有短路，关闭输出，过 2s 后打嗝重启。

IP6529 具有 DP/DM/CC 过压保护功能，当 DP/DM 高于 4.5V，或者 CC1/CC2 高于 6.0V，IP6529 检测到相关信号 PIN 过压，会关闭输出，过 2s 后打嗝重启。

IP6529 具有过温保护功能，当 IP6529 检测芯片温度达到 165°C，会关闭输出；当温度下降到 155°C，IP6529 才认为温度恢复正常，重新打开输出。

12.6 输出快充协议

IP6529 支持多种输出快充协议：

- 支持 DCP 协议（苹果和 BC1.2）
- 支持高通 QC2.0、QC3.0 和 QC3+
- 支持华为快充协议 FCP
- 支持三星快充协议 AFC(MAX 12V)
- 支持 UFCS 输出快充协议
- 支持 Type-C 输出和 USB PD2.0/PD3.0(PPS)协议

12.7 Type-C 接口和 USB PD 协议

IP6529 支持 Type-C 输出和 USB PD2.0/PD3.0(PPS)协议。

IP6529_C 的 USB PD 协议对外输出 27W，广播包：5V/3A、9V/3A、12V/2.25A。

IP6529_C_PPS 的 USB PD 协议对外输出 27W，广播包：5V/3A、9V/3A、12V/2.25A； PPS：3.3V-11V/3A。

IP6529 支持标准的 Type-C 规范，在 CC 连接成功后，才开启输出。

IP6529 的 Type-C 可以通过 DP/DM 和 CC1/CC2 自动识别接入设备支持的快充协议，自动调整输出电压和电流。

12.8 ENB 功能

ENB 为外部使能引脚，不可悬空，需要外部给一个确定的电平。

ENB 为低电平时芯片开启，拉高到 2V 及以上时芯片关闭。

ENB 为 3.3V 时，在 24V 输入下的关机电流为 18 μ A。

ENB 不能连接超过 6V 的高压，否则会导致此 PIN 过压击穿。

12.9 HLED 功能

HLED 可以被复用为快充输出指示功能、VBUSOK 指示功能功能说明如下：

(1) 作为快充输出指示功能使用，外部接发光二极管，在 QC 等高压快充请求电压非 5.0V 时会亮灯显示，即申请电压高于或低于 5.0V 时会亮灯；不需要此功能时可悬空。

(2) 作为 VBUSOK 指示功能使用，外部接发光二极管，在 VBUS 有输出时会亮灯；不需要此功能时

可悬空。

HLED PIN 不能连接超过 6V 的高压，否则会导致此 PIN 过压击穿。

12.10 FAULT 功能

FAULT 可以被复用为异常状态指示功能、CC 连接指示功能、QC_PD_CTL 功能，功能说明如下：

作为异常状态功能使用时支持开漏输出，异常状态可以支持输入过欠压，输出过压，DCOK 为 0 状态，过温，DP/DM 过压，CC 过压，DM 短 GND 等异常状态的指示。

FAULT PIN 不能连接超过 6V 的高压，否则会导致此 PIN 过压击穿。

12.11 IIC 控制和 ADC 读取

IP6529 支持 IIC 控制，作为 salve，可以根据需要，外部器件使用 IIC 控制输出电压和 CC 限流值；

IP6529 内置 12-bit ADC，可以精确测量输入电压，输出电压以及输出电流，可以通过 IIC 来读取 ADC 信息。

13 应用说明

13.1 输入电容选择

输入电容的 ESR 尽量小，ESR 会影响到系统的转化效率。

输入电容支持的最大纹波电流需大于系统的 VIN 最大纹波电流。输入电容的纹波电流 RMS 值计算方式如下：

$$I_{RMS} = I_{LOAD} * \sqrt{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} * (1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}})}$$

其中 I_{LOAD} 为负载电流， V_{IN} 为输入电压， V_{OUT} 为输出电压。

13.2 电感选择

电感建议使用 22uH 的电感。

电感的 DCR 对系统的转化效率影响很大，建议使用低 DCR 的电感，对于 30W 以上的方案，建议使用 DCR 小于 10mohm 的电感。

电感饱和电流应该大于系统的电感峰值限流值至少 20%，以免电感饱和，引起电感量下降，系统不稳定。

电感峰值电流 ($I_{L(PEAK)}$) 计算公式如下：

$$I_{L(PEAK)} = I_{LOAD} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

其中 I_{LOAD} 为负载电流， ΔI_L 为电感电流的峰峰值， ΔI_L 的计算公式如下：

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT} * (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} * L * F_S}$$

其中 V_{IN} 为输入电压， V_{OUT} 为输出电压， L 为电感量， F_S 为开关频率；

13.3 输出电容选择

输出电容用于保持输出稳定，其 ESR 和电容值对输出纹波大小有影响，输出纹波电压 $V_{out-ripple}$ 的计算方式如下：

$$V_{out-ripple} = \Delta I_L * (R_{ESR} + \frac{1}{8 * F_S * C_{OUT}})$$

其中 ΔI_L 为电感电流的峰峰值， R_{ESR} 为输出电容的等效串接电阻值， F_S 为开关频率， C_{OUT} 为输出电容值。

14 应用原理图

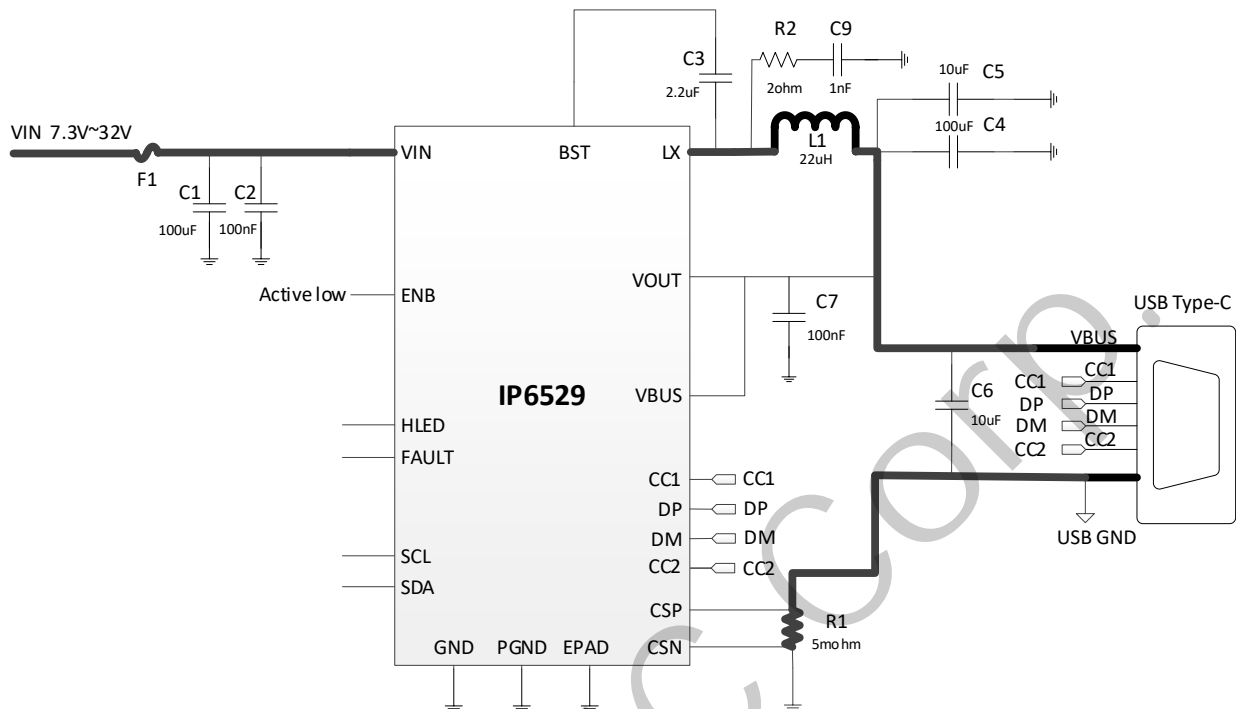


图 8 IP6529 支持外部采样电阻的 PD 快充输出应用原理图

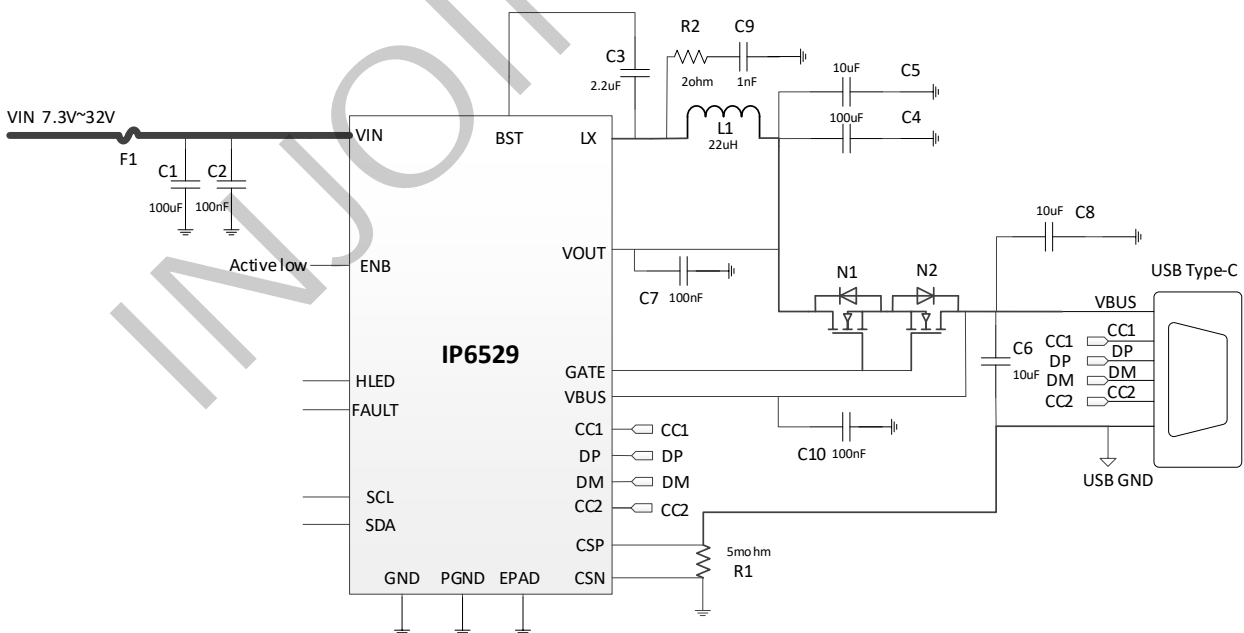


图 9 IP6529 支持外部采样电阻和路径 MOS 的 PD 快充输出应用原理图

15 BOM 表

以支持外部采样电阻和路径 MOS（上页图 9）的 IP6529_C_DEMO 为例，整理的 BOM 表如下：

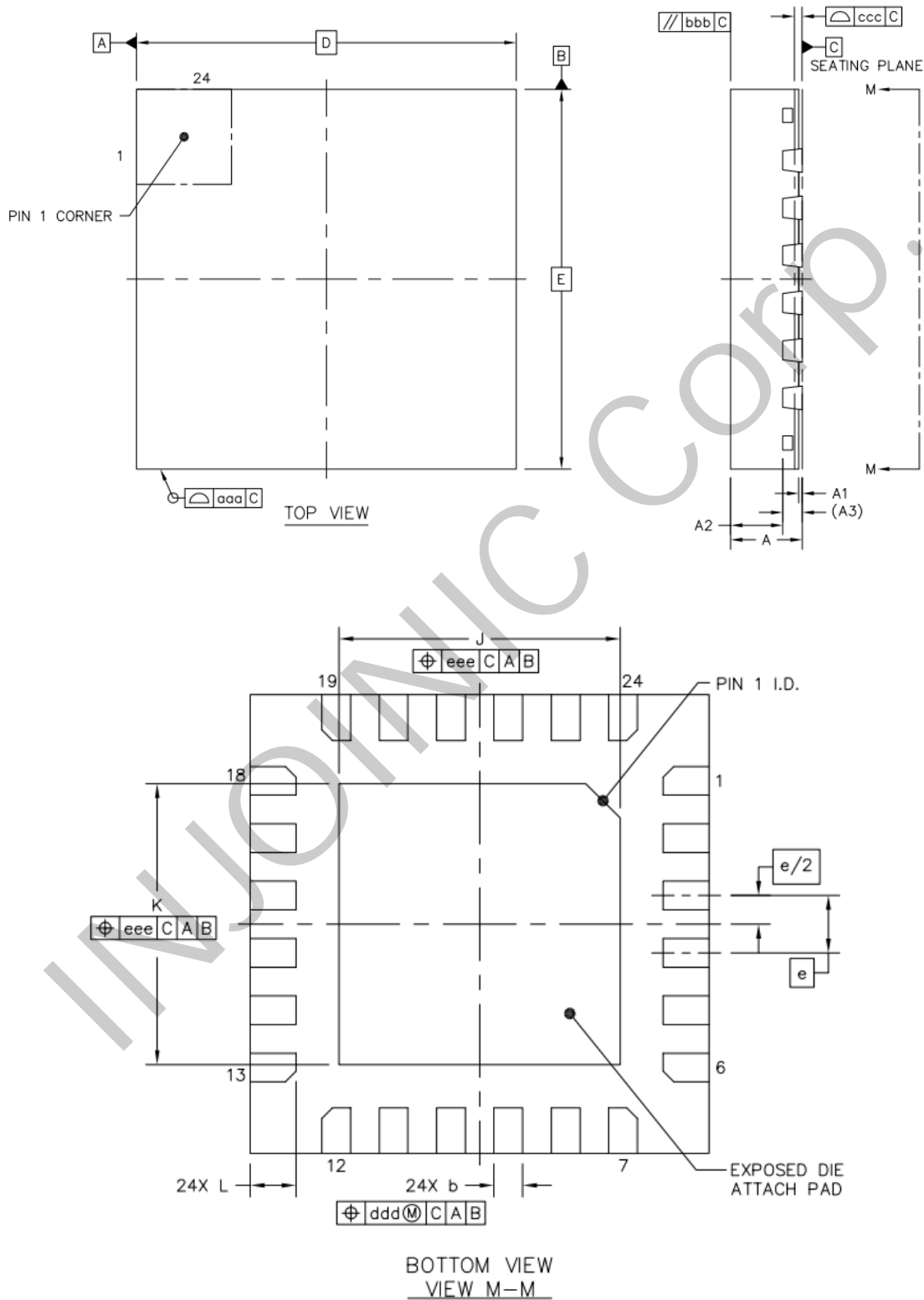
| 序号 | 元件名称 | 型号&规格 | 单位 | 用量 | 位置 | 备注 |
|----|--------|----------------------------------|-----|----|-----------|-----------|
| 1 | IC | IP6529_C | PCS | 1 | | |
| 2 | 电感 | 22uH+/-20%，电流 5A DCR<12mohm | PCS | 1 | L1 | |
| 3 | 固态电容 | 100uF | PCS | 1 | C1 | 耐压值大于 35V |
| 4 | 固态电容 | 100uF | PCS | 1 | C4 | 耐压值大于 25V |
| 5 | 贴片电容 | 0603 100nF 10% | PCS | 3 | C2、C7、C10 | 耐压值大于 35V |
| 6 | 贴片电容 | 0603 2.2uF 10% | PCS | 1 | C3 | 耐压值大于 35V |
| 7 | 贴片电容 | 0603 1nF 10% | PCS | 1 | C9 | 耐压值大于 35V |
| 8 | 贴片电容 | 0603 10uF 10% | PCS | 3 | C5、C6、C8 | 耐压值大于 25V |
| 9 | 贴片电阻 | 0603 2R 5% | PCS | 1 | R2 | |
| 10 | 贴片电阻 | 1206 5mohm 1%精度 温度系数小于 100ppm | PCS | 1 | R1 | 电流检测电阻 |
| 11 | 功率 MOS | 功率 MOSFET | PCS | 2 | N1、N2 | |
| 12 | 保险丝 | F1 | PCS | 1 | F1 | |

16 PCB 布局注意事项

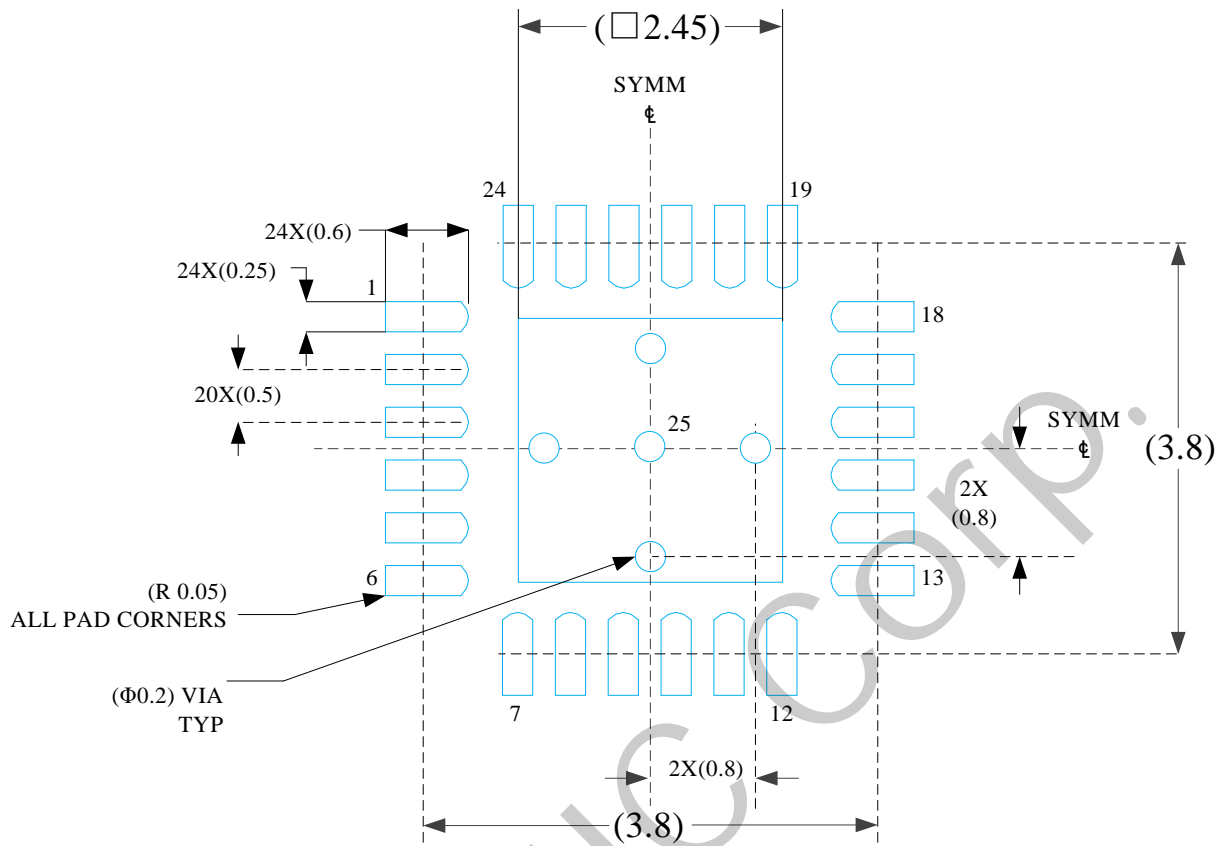
IP6529 集成的降压转换器，PCB 布局对系统的工作稳定性，EMI，以及其他性能指标很重要，IP6529 的 PCB 布局建议如下：

- (1) VIN 上的电容 C2 靠近 IC 的 VIN 引脚，使得 VIN 经电容到 PGND 的环路面积最小。
- (2) 电容 C3 靠近 IC 的 LX 和 BST 放置。
- (3) IC 的 EPAD 焊盘下需要开窗并打多个过孔，保证生产时可以 EPAD 加锡和系统的 PGND 良好接触。
- (4) 输出端到芯片 VOUT 反馈走线需要远离 LX 走线，两线之间应采用地线隔离。
- (5) 对 5mohm 电阻做电流采样的线路从电阻两端直接引出，平行走线，尽量短且避开 LX 等节点。
- (6) LX 的 RC 电路和 IC 的 LX 和 PGND 组成的环路要很小。
- (7) 输入输出电容的 GND 要和大面积的 PGND 连接。
- (8) 方案上 USB 座子不带 DP、DM 引脚时，PCB 上应该预留 DP、DM 接口，方便器件进行后续升级。
- (9) 以下有大电流流过的路径要加粗：
 - 输入正极 IC 的 VIN 尽可能覆铜走线；
 - IC 的 LX 到电感 L1，尽可能覆铜走线且长度越短越好；
 - 输出 VOUT 网络尽可能覆铜走线；

17 封装信息

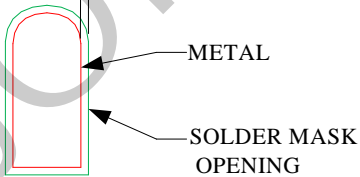


| | SYMBOL | MIN | NOM | MAX |
|------------------------|--------|-----------|-------|------|
| Total THICKNESS | A | 0.7 | 0.75 | 0.8 |
| STAND OFF | A1 | 0 | 0.035 | 0.05 |
| MOLD THICKNESS | A2 | -- | 0.55 | -- |
| L/F THICKNESS | A3 | 0.203 REF | | |
| LEAD WIDTH | b | 0.2 | 0.25 | 0.3 |
| BODY SIZE (X) | D | 4 BSC | | |
| BODY SIZE (Y) | E | 4 BSC | | |
| LEAD PITCH | e | 0.5 BSC | | |
| EP SIZE (X) | J | 2.35 | 2.45 | 2.55 |
| EP SIZE (Y) | K | 2.35 | 2.45 | 2.55 |
| LEAD LENGTH | L | 0.35 | 0.4 | 0.45 |
| PACKAGE EDGE TOLERANCE | aaa | 0.1 | | |
| MOLD FLATNESS | bbb | 0.1 | | |
| COPLANARITY | ccc | 0.08 | | |
| LEAD OFFSET | ddd | 0.1 | | |
| EXPOSED PAD OFFSET | eee | 0.1 | | |

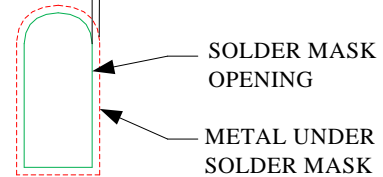


0.07 MAX
ALL AROUND

0.07 MAX
ALL AROUND

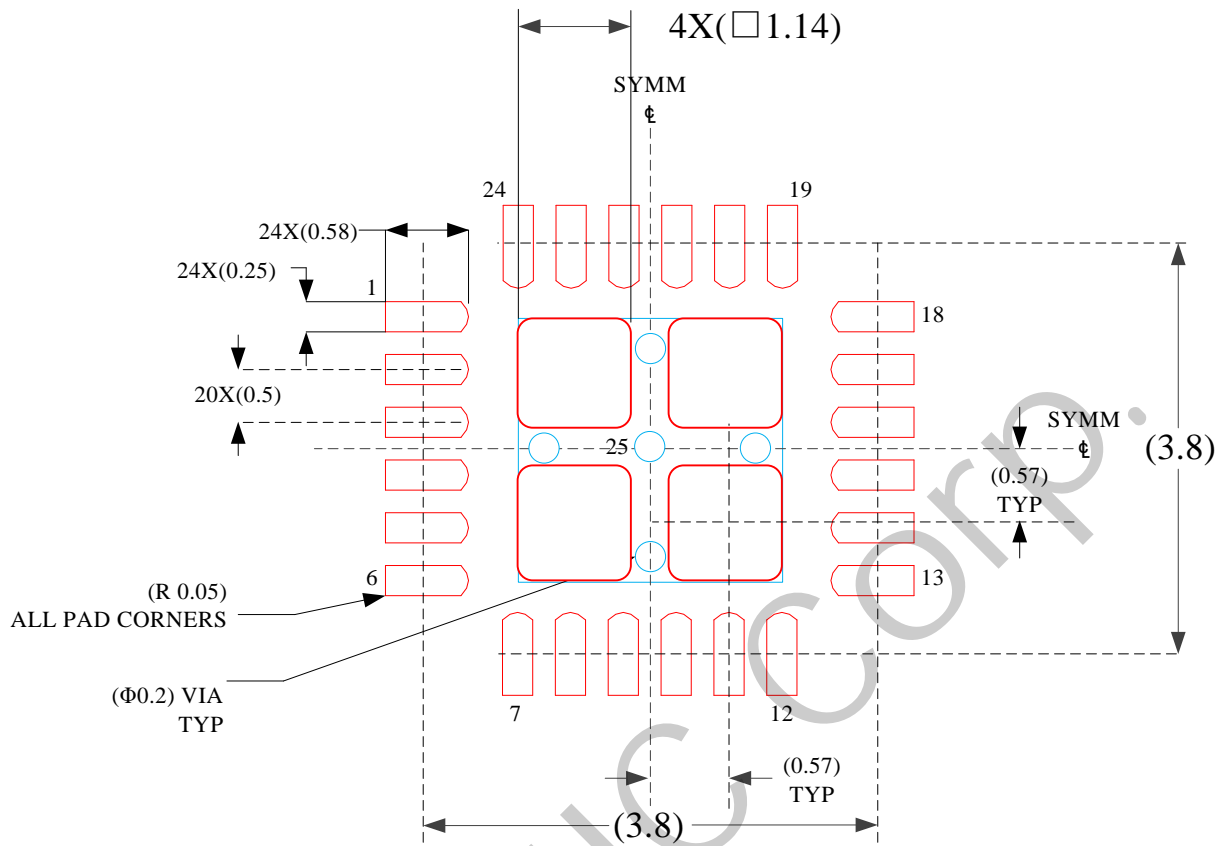


NON SOLDER MASK
DEFINED
(PREFERRED)



SOLDER MASK
DEFINED

SOLDER MASK DETAILS

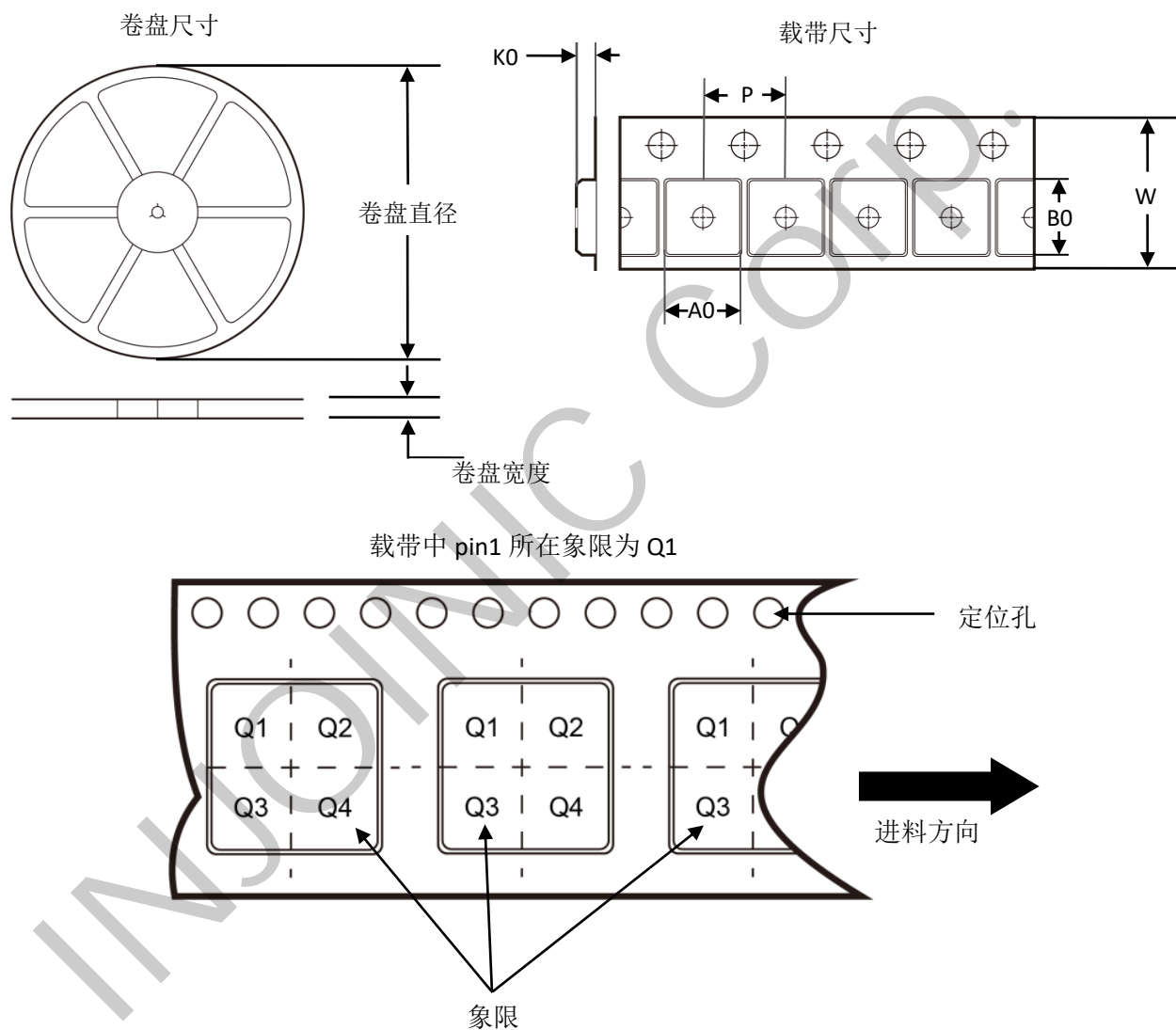


SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
80% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA
SCALE: 20X

18 编带与包装信息

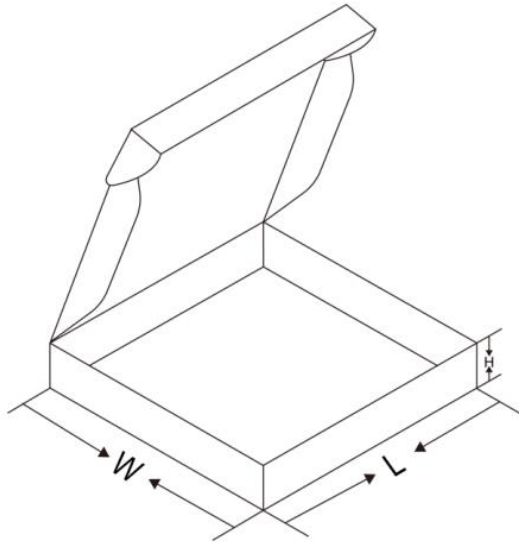
18.1 编带信息



*所有尺寸为标准尺寸

| IC 型号 | 封装 | Pin 数 | 标准数量 | 卷盘直径 (mm) | 卷盘宽度 (mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P (mm) | W (mm) | Pin1 象限 |
|--------|-------|-------|------|-----------|-----------|---------------|---------------|--------------|-------------|------------|---------|
| IP6529 | QFN24 | 24 | 5000 | 330 | 12.5 | 4.45 ±0.10 | 4.50 ±0.10 | 1.2 ±0.10 | 8.0 ±0.1 | 12 ±0.3 | Q1 |

18.2 卷盘包装纸盒规格



*所有尺寸为标准尺寸

| 封装形式 | 包装方式 | 只/盘 | 盘/内盒 | 只/盒 | 内盒/箱 | 只/箱 | 内盒长 (mm) | 内盒宽 (mm) | 内盒高 (mm) |
|-------|------|------|------|-------|------|-------|----------|----------|----------|
| QFN24 | 编带 | 5000 | 2 | 10000 | 6 | 60000 | 360 | 360 | 50 |




外箱尺寸:385*345*380mm

内盒尺寸:360*360*50mm

19 丝印信息

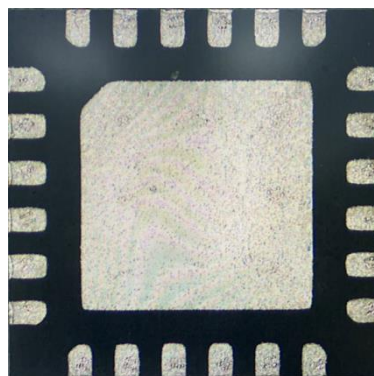


说明:

- 1、 --英集芯标志
- 2、IP6529 --产品型号
- 3、XXXX --生产批号
- 4、● --PIN1脚的位置标识

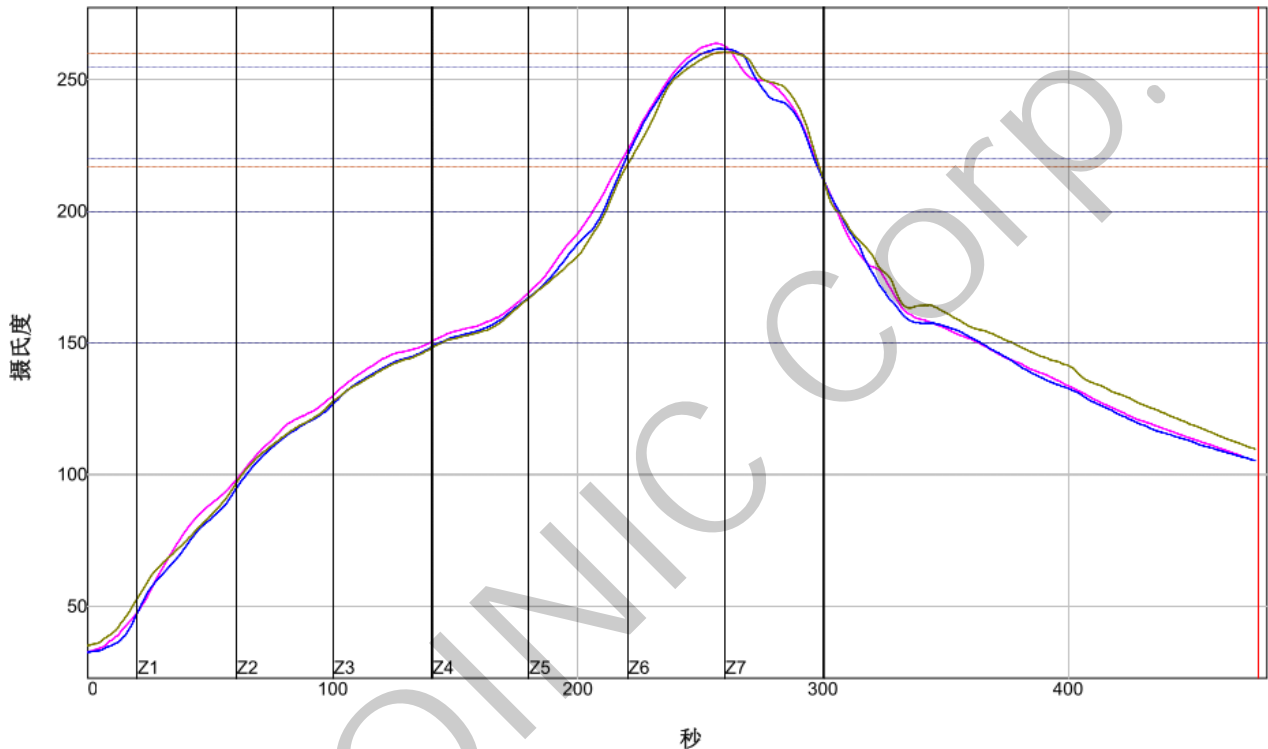
IP6529 丝印说明

20 实物照片



21 焊接温度

| 温度设置 (摄氏度) | | | | | | | |
|---------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 温区 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 上温区 | 130 | 140 | 160 | 160 | 200 | 320 | 265 |
| 下温区 | 130 | 140 | 160 | 160 | 200 | 320 | 265 |
| 传送带速度 (公分/分): | 39.0 | | | | | | |



| PWI= 75% | 最高上升斜率 | 预热150至200C | | 最高温度 | 总时间 /217C | 斜率1 (217-260C) | 预热220至255C(-2) | | 总时间 /260C-2 | 距峰值5C区域时间 | | | | | | |
|----------|--------|------------|-------|------|-----------|----------------|----------------|------|-------------|-----------|-------|------|-------|------|-------|------|
| VP 1 | 1.69 | -31% | 66.21 | -59% | 263.87 | 18% | 80.99 | -70% | 1.70 | -30% | 22.81 | -36% | 15.90 | -30% | 18.13 | -75% |
| VP 2 | 1.99 | -1% | 66.91 | -84% | 261.84 | -9% | 78.97 | -73% | 1.87 | -13% | 23.44 | -33% | 15.74 | -31% | 23.64 | -31% |
| VP 3 | 1.83 | -17% | 66.61 | -56% | 260.76 | -23% | 78.19 | -74% | 1.88 | -12% | 23.97 | -30% | 9.37 | -66% | 23.95 | -28% |
| 温差 | 0.30 | | 0.70 | | 3.11 | | 2.80 | | 0.18 | | 1.16 | | 6.53 | | 5.82 | |

制程界限:

| 统计数名称 | 最低界限 | 最高界限 | 单位 |
|---|------|------|-------|
| 锡膏: 260 | | | |
| 最高温度上升斜率 (目标=2.0) (计算斜率的时间距离= 20 秒) | 1.0 | 3.0 | 度/秒 |
| 斜率1 (目标=2.0) 介于 217.0 和 260.0 (计算斜率的时间距离= 10 秒) | 1.0 | 3.0 | 度/秒 |
| 预热时间150-200摄氏度 | 60 | 90 | 秒 |
| 预热时间220-255摄氏度(-2) | 10 | 50 | 秒 |
| 最高温度 | 255 | 270 | 度 摄氏度 |
| 在217摄氏度以上时间 | 60 | 200 | 秒 |
| 在260摄氏度以上时间(-2) | 3 | 40 | 秒 |
| 距峰值5C区域时间 | 15 | 40 | 秒 |

责任及版权申明

英集芯科技股份有限公司有权根据对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改，客户在下订单前应获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的销售条款与条件。

英集芯科技股份有限公司对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用英集芯的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应提供充分的设计与操作安全验证。

客户认可并同意，尽管任何应用相关信息或支持仍可能由英集芯提供，但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用的英集芯产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意，他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识，可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类关键应用中使用任何英集芯产品而对英集芯及其代理造成的任何损失。

对于英集芯的产品手册或数据表，仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。英集芯对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

英集芯会不定期更新本文档内容，产品实际参数可能因型号或者其他事项不同有所差异，本文档不作为任何明示或暗示的担保或授权

在转售英集芯产品时，如果对该产品参数的陈述与英集芯标明的参数相比存在差异或虚假成分，则会失去相关英集芯产品的所有明示或暗示授权，且这是不正当的、欺诈性商业行为。英集芯对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。