

IP2369 应用说明文档

版本/修订历史

版本	日期	修订内容	拟制/修订人
V1.00	2024.4.19	初版释放	IT555

一、IP2369 烧录说明

1. 固件升级工具说明

英集芯 BUCKBOOST 固件量产升级工具如图 1：

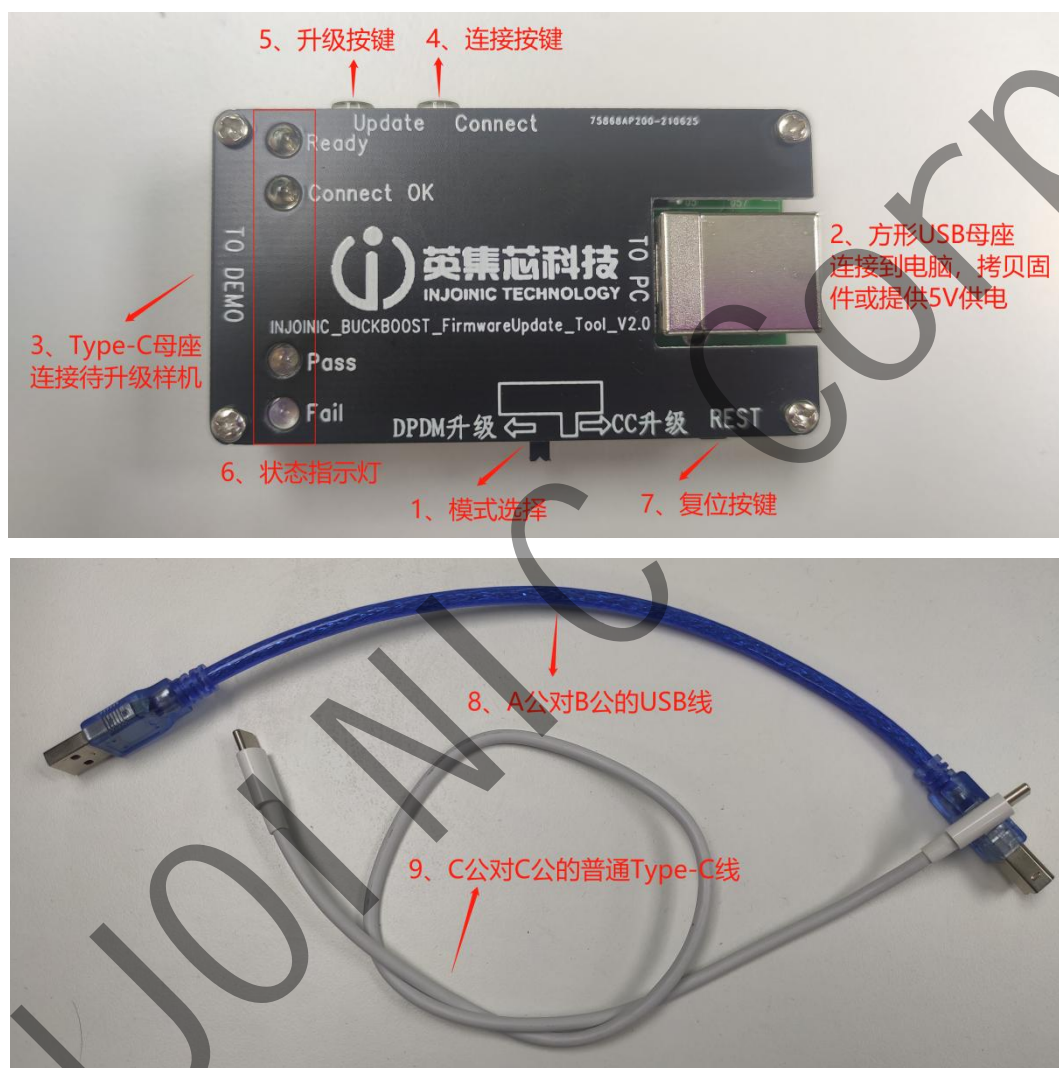


图 1 英集芯固件升级工具实物图

功能简述

- (1) 固件升级模式选择：往左拨，选择 DPDM 升级方式（仅可以使用 DPDM 模式）；升级模式要跟固件版本和芯片型号对应，否则固件是无法升级成功的；
- (2) 方形 USB 母座：通过 A 公对 B 公的 USB 线（常用于打印机的线），连接到电脑或 5V 适配器；连接电脑后可以拷贝要升级的固件到升级工具中（升级工具相当于 U 盘，断电后固件不会丢失）；给待升级样机升级时，该 USB 需要 5V 供电，可以使用电脑或 5V 适配器供电；
- (3) Type-C 母座：通过 C 公对 C 公的 USB Type-C 的线，连接到需要升级固件的待升级样机；
- (4) Connect 连接按键：按下就尝试连接，连接成功则点亮“Connect OK”指示灯，呈绿色；

- (5) Update 升级按键：按下就开始升级固件，固件升级过程中，“Connect OK”指示灯持续闪烁；
- (6) 状态指示灯：
- Ready：检查升级工具电源是否 OK，检查待升级样机是否已连接，如供电正常，且待升级样机已经正确连接，则点亮“Ready”指示灯，呈绿色；
- Connect OK：按下 Connect 连接按键就尝试连接，连接成功即识别到带升级样机可被升级，则点亮“Connect OK”指示灯，呈绿色；
- Pass/Fail：按下 Update 升级按键就开始升级固件，固件升级过程中，“Connect OK”指示灯持续闪烁；升级结束，“Connect OK”停止闪烁；如固件升级成功，则点亮“Pass”指示灯，呈绿色；如升级失败，则点亮“Fail”指示灯，呈红色；
- (7) 复位按键：按下则将升级工具强制复位，**模式选择开关更改后，需要按下复位键才能生效**；
- (8) A 公对 B 公的 USB 线（常用于打印机的线）：连接电脑或 5V 适配器；
- (9) C 公对 C 公的 USB Type-C 线：连接升级工具和待升级的样机；

2. 升级固件更新

- (1) 将固件升级工具的方形 USB 母座，通过 USB 线（常用于打印机的线）连接到电脑（windows 操作系统）；
- (2) 第一次连接电脑，会安装驱动程序，升级工具是免驱动安装的；等驱动安装完成后，就会弹出 U 盘；
- (3) 把要更新的升级固件拷贝进 U 盘；要注意，拷贝进去的固件会自动隐藏，是看不到升级工具内原来的固件的，所以在不确定升级工具内固件版本时，建议重新拷贝固件；
- (4) 固件拷贝完成后，退出 U 盘；固件更新完成，固件断电后是不会丢失的；

3. 固件升级步骤

- (1) 将固件升级工具的方形 USB 母座用 5V 供电，可以连接到电脑或 5V 的适配器；
- (2) 将固件升级工具的 Type-C 母座，用 Type-C 线连接到待升级样机（待升级样机可以不供电，升级工具会通过 Type-C 口给待升级样机提供 5V 供电）；
- 根据固件和芯片所支持的升级模式，将拨码开关拨到对应的升级模式上（模式选择更改后，需要按下升级工具的复位键才能生效）；
- DPDM 升级模式，必需要 DPC/DMC 信号连接到芯片管脚上；
- (3) 等待“Ready”指示灯亮起，“Ready”指示灯亮起说明升级环境检查 OK；否则，“Ready”灯不亮，说明连接有问题，不能升级固件，请检查连接性（升级工具是否有 5V 输入，待升级样机的 Type-c 口功能是否正常）；
- (4) Connect 连接按键，尝试连接：
- 若“Connect OK”指示灯亮，说明固件升级工具与样机连接成功，表示样机支持升级；
- 若“Connect OK”指示灯不亮，或者“Fail”指示灯亮起，说明固件升级工具与样机连接失败，表示样机不支持升级；请检查确认：待升级样机上的芯片型号跟升级工具内的固件型号是否匹配？待升级样机是否可以正常工作？“模式选择”开关是否设置正确？固件是否有升级转换？
- (5) 在连接成功的基础上（“Connect OK”指示灯灯亮），按下 Update 升级按键，开始升级固件，固件升级过程中，“Connect OK”指示灯持续闪烁；“Connect OK”停止闪烁，说明升级完成；
- 通过“Pass”/“Fail”指示灯来判断升级结果：
- 若“Pass”指示灯亮，说明固件升级成功；

若“Fail”指示灯亮，说明固件升级失败；请检查确认：待升级样机上的芯片型号跟升级工具内的固件型号是否匹配？待升级样机是否可以正常工作？

- (6) 若固件升级成功，断开升级工具和待升级样机的 Type-C 线连接，重新进行步骤 2 升级下一台样机；升级工具可以不用断电（方形的 USB 口不用拔出）；

4. 烧录厂用自动升级工具使用说明

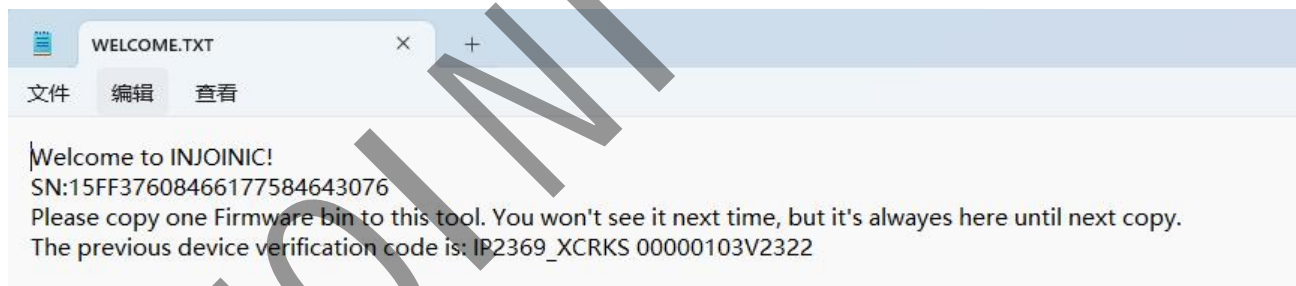
烧录厂用的自动升级工具，硬件跟上面说到的升级工具是一样的，只是工具软件不一样，请按照

“IP2369 升级工具”来申请购买，IP2369 升级工具包含 IP2368/IP5389 升级功能；

已购买了**“IP2368 升级工具/IP5389 升级工具”**的可以寄回我司进行升级兼容 IP2369 升级功能。

5. 升级工具读取芯片内固件型号

- (1) 按照上述第三点**“固件升级步骤”**来正确连接，但不要进行 Update 升级
- (2) **连接成功**后单击一次**复位键**
- (3) 复位后打开电脑升级工具所在的储存盘-->打开**“WELCOME”**TXT 文件，文件中能读到当前芯片内的固件版本：IP2369_XCRKS，WCIQO 就是某一型号的时间戳，每一份固件的时间戳都是不一样的，可通过此时间戳去确定 IC 固件对应的型号



6. 注意事项

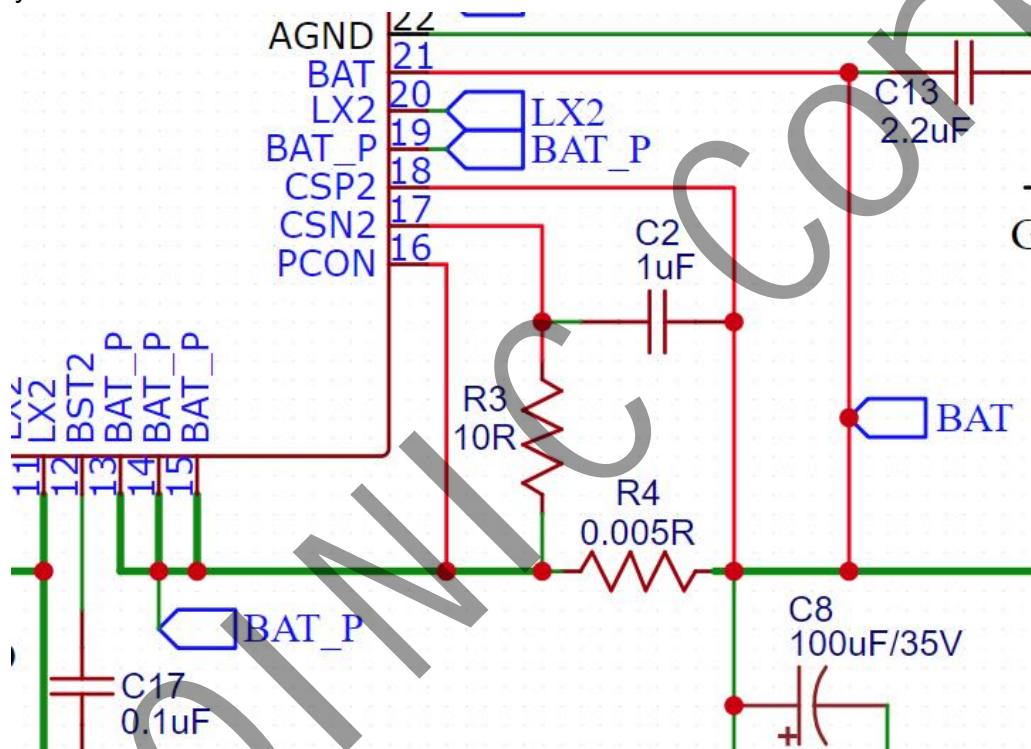
- (1) IP2369 仅有一种烧录升级固件的模式：**DPDM 升级**（对应 C1 口的 **DMC、DPC** 两个 PIN）Socket 子板和升级工具是通过 C 口连接的
- (2) 烧录升级模式若不正确是无法升级固件的，升级前需要确认：固件升级工具的升级模式（拨码开关选择）是否正确、固件的型号是否能烧录到 IC 上，只要有其中 1 个不对，都是无法烧录升级固件的；

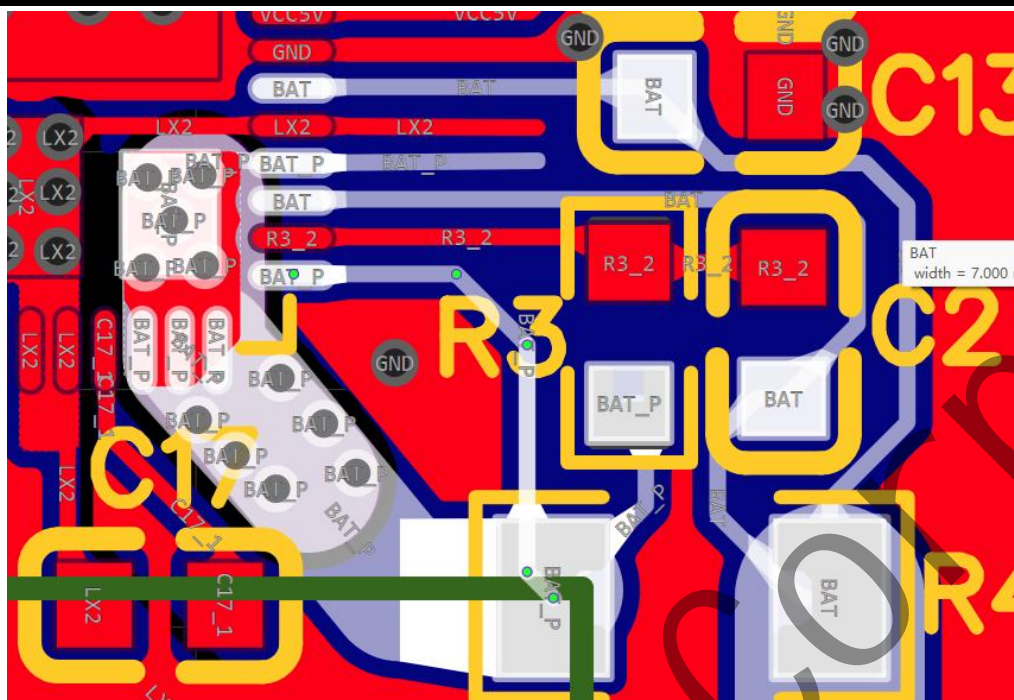
二、IP2369 layout 布局走线注意事项

1. VIO 端和 BAT 端采样线需要单独从采样电阻两端引出，且越短越好

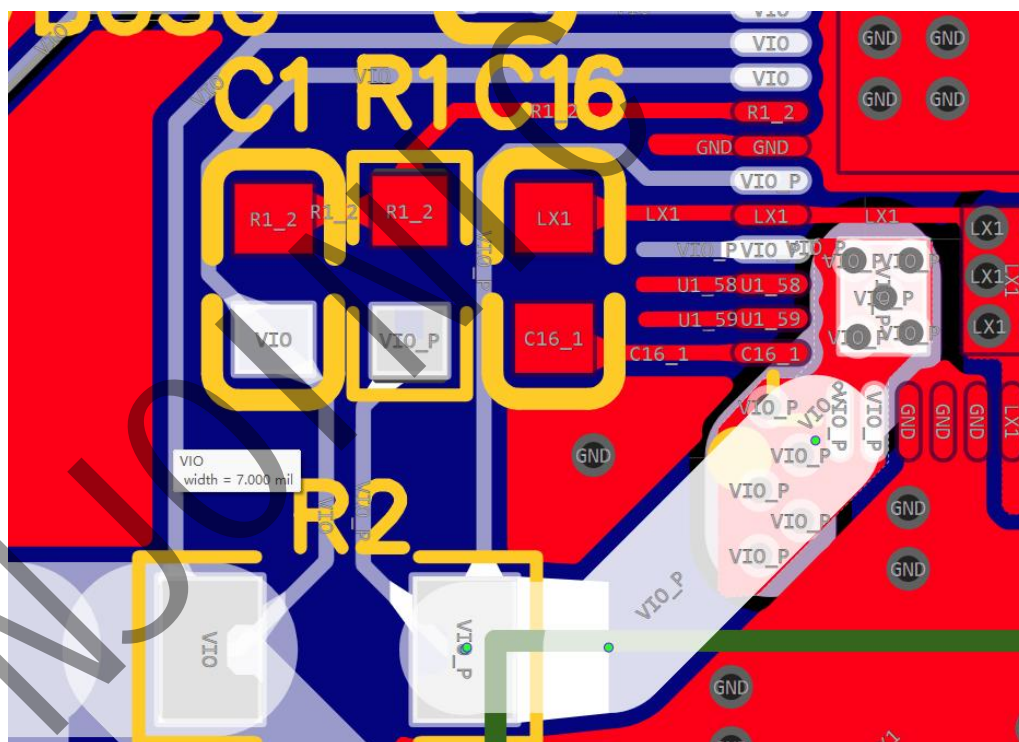
在原理图中，引脚 **BAT**、**CSP2** 属于同一网络，但是走线时必须单独分别从采样电阻右侧引出；**CSN2** 和 **PCON** 也需要单独分别从采样电阻左侧引出，其中采样线上的 RC (**R1,C1,R3,C2**) 需要放置在靠近芯片引脚处。

如下面的 layout 图所示：



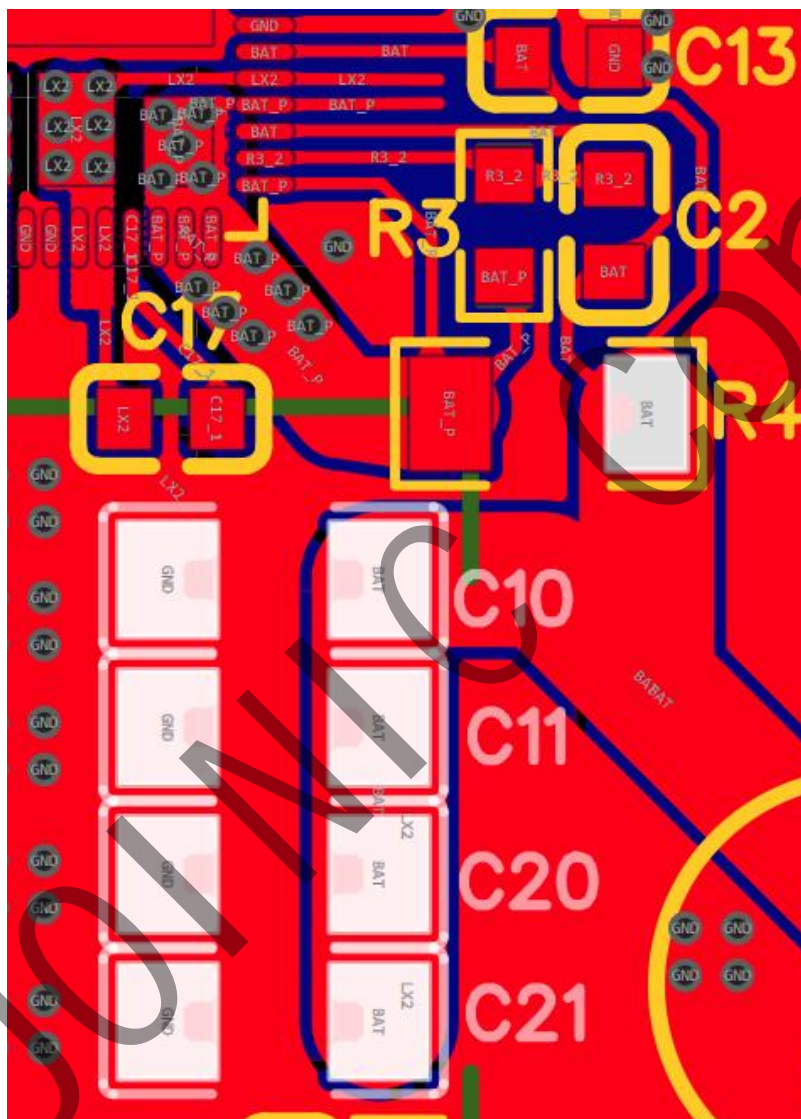


VIO 端的采样电阻走线同理：

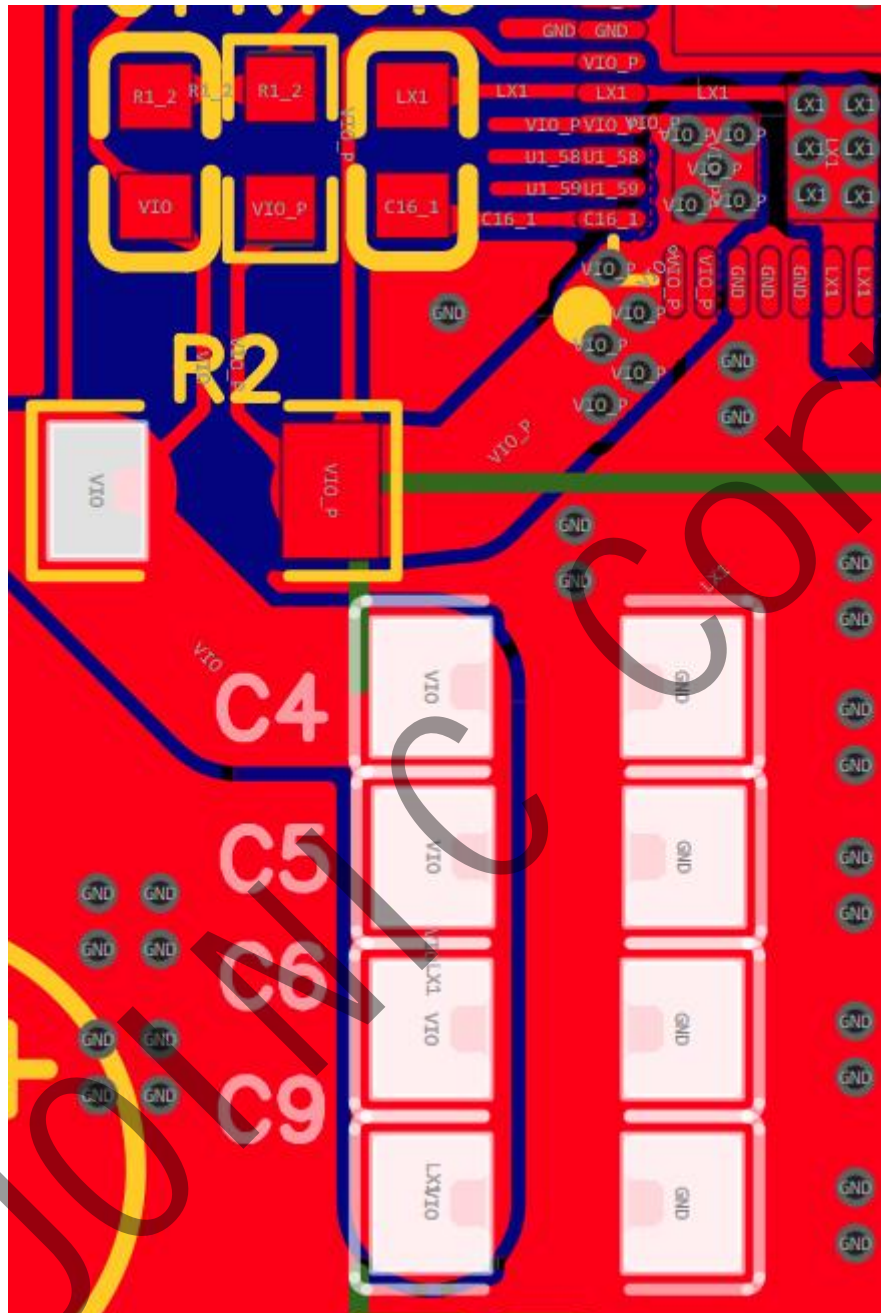


2. VIO 和 BAT 端电容需要靠近采样电阻

以 BAT 端为例，该端的采样电阻旁边**必须至少**放置一个 22uF 电容。在这个前提下尽可能使电容的 GND 靠近 BAT 功率回路下管的 GND，另外地孔越多越好。否者可能会对电流 ADC 的采样的精确与稳定造成影响。



VIO 端布局同理，



三、IP2369常见问题汇总

器件选型相关问题：

1. CSP2/CSN2 及 CSP1/CSN1 脚的采样精度值是多少？采样电路上的电阻和电容作用是什么，如何取值？

电流采样的精度受内部修调基准、采样放大倍数匹配误差、以及采样电阻自身精度、PCB走线和焊接效果的影响。在不考虑采样电阻误差的情况下，采样精度仅能保证 $<2\%$ ，要实现更高的精度，需要再贴片完成之后，在正常工作中测试实际的偏差，通过软件对偏差进行系数修调。

我们抽测了 3 块 IP2369 的 demo 板，平均电流采样精度在 1.3%左右。

采样电路上的电阻和电容的作用是作为低通滤波器，VBUS 端阻值选择 51R，容值选择 470nF，则该滤波器的截止频率为 32K；BAT 端阻值选择 10R，容值选择 1uF，则该滤波器的截止频率为 16KHz，与开关频率（250kHz）相差 8 倍和 16 倍，主要是对采样电流的开关纹波进行滤波。

2. 两颗自举电容容值如何选择？

在 IP2369 中，自举电容的供电来源是 VCC5V，为了上管导通时 BST 电容电压的稳定，一般需要符合 $C_{VCC5V} > C_{BST} \gg C_{ISS}$ ，大部分情况下， $C_{BST} = 100C_{ISS}$ ，在 H 桥 MOS 的 C_{ISS} 不超过 1nF（1000pF）的情况下，常规取值为 100nF（0.1uF）。

3. C 口的滤波电容一般多少合适？

一般来说，输出电容容值建议最大不要超过 22uF，不然可能会影响 EMI 认证的通过，而且过大的输出电容可能会带来负载检测误触发等问题。所以我们推荐使用 10uF，也可以额外并联一个 0.1uF 电容来减少 EMI 干扰。

4. 在实际应用中，CC/D+/D-上一般都会增加一些电阻电容，它们的取值有什么公式吗？

大部分情况下，在 CC/D+/D-上增加电阻和电容是为了通过一些认证，具体的取值不太容易靠理论计算出来，影响这些参数的因素有很多，比如 PCB 的布局和走线，很多时候都需要在实际的板子上进行一步步调整，最后才能得到合适的参数。

5. VIO 和 BAT 的电容如何选择？为何推荐 2 个 22uF 并联 1 个 100uF

根据开关电源的电容计算公式，VIO 和 BAT 的电容容值最小为 100uF，又考虑到在实际的使用过程中，电容容值可能会随着使用时间的增加或者温度上升而减少，我们进行了大量的充放电实验，最后才得出使用 2 个 22uF 和 1 个 100uF 的电容推荐参数。另外，输出端的电容只是进行简单的滤波，使用 0.1uF 即可。

6. 去掉 BAT 端的固态电容会有什么危害？

电池接入 BAT 端时，会产生浪涌高压。用 demo 板（有固态电容）使用 24V 电池组测试，BAT 端接上电池瞬间波形时平滑的，没有尖峰值，测试芯片引脚 BAT 最大电压 25.5V，芯片无异常。去掉 BAT 端固态电容，芯片 BAT 引脚处烧毁，峰值电压可以达到 90V 以上如下图所示。增加 30V 的 TVS，接上电池瞬间尖峰电压为 67V，虽然测试中未损坏芯片但是仍存在损坏芯片的可能。所以固态电容能有效吸收接入电池时的浪涌电压，不可以省掉固态电容或者用陶瓷电容代替。

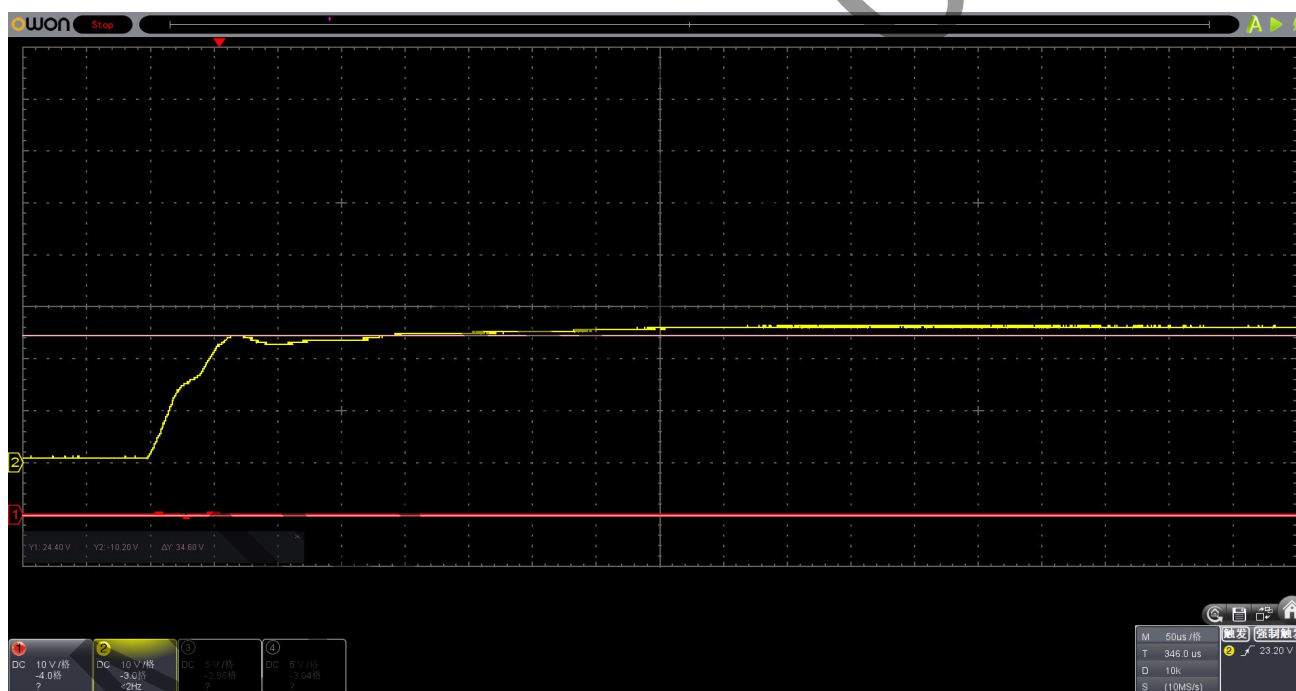


图 1 demo 板测试

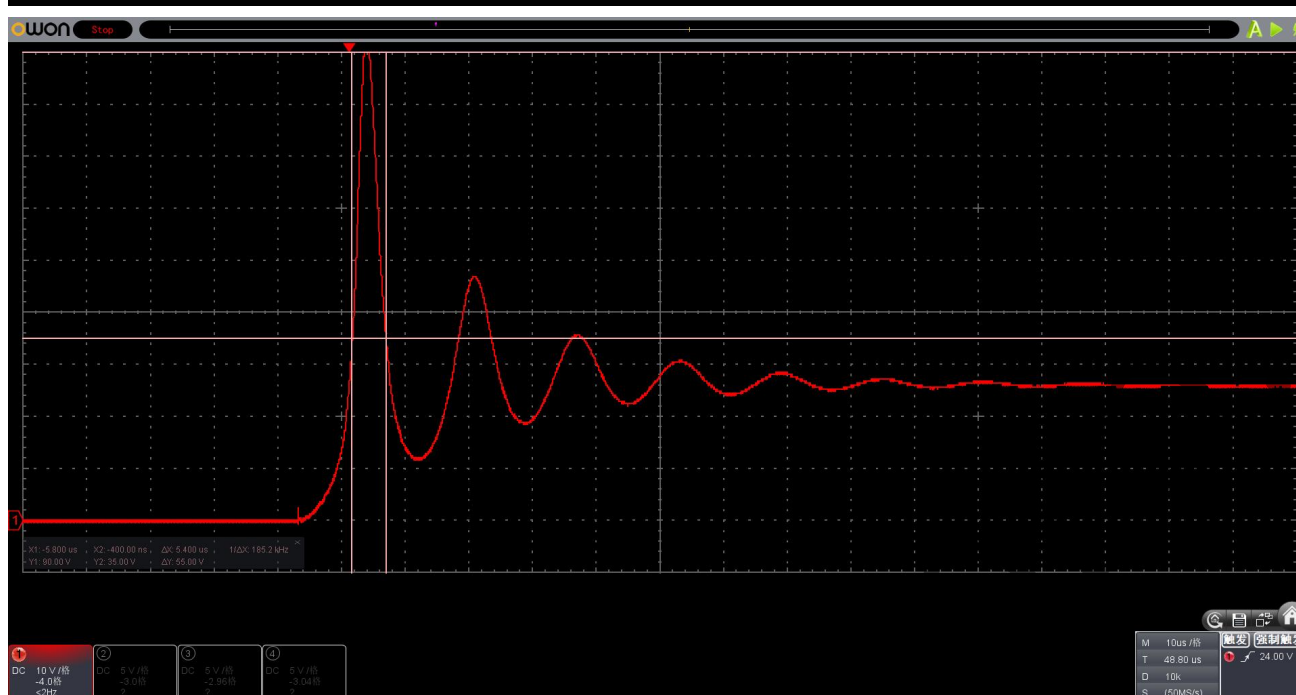


图 2 BAT 端 100uF 固态电容去除之后

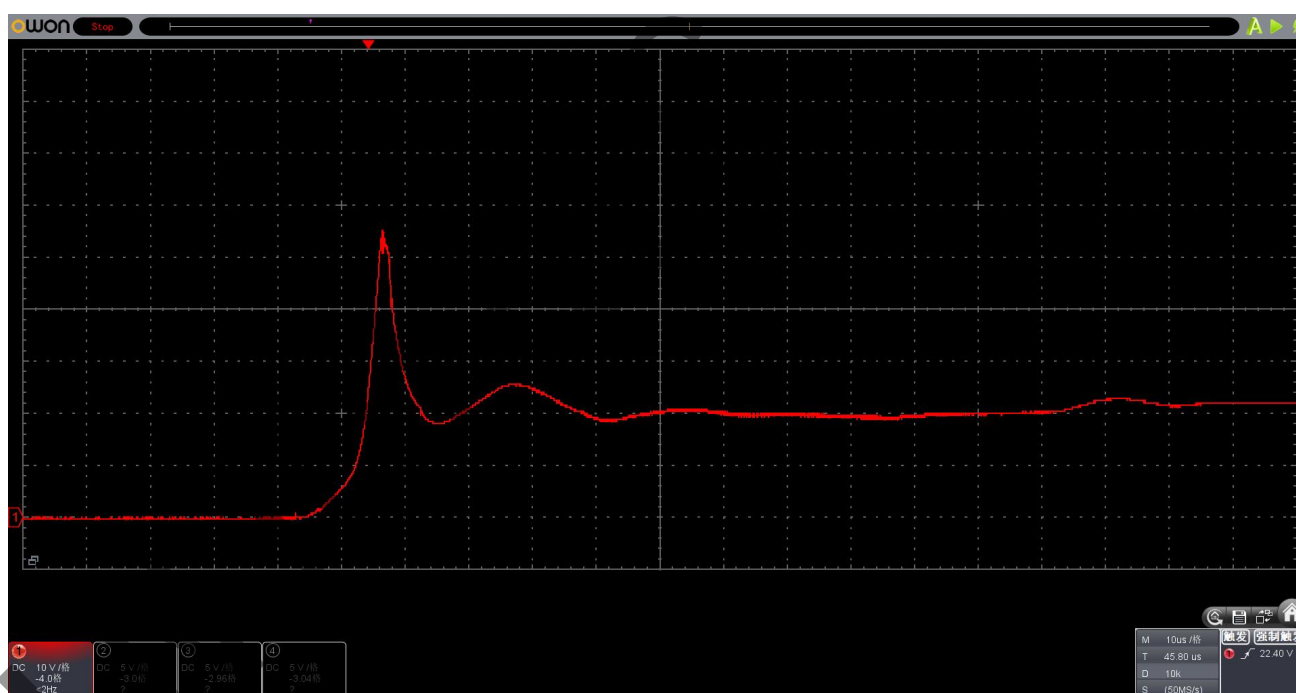


图 3 BAT 端 100uF 用 47uF*2 陶瓷电容并联替代

系统功能相关问题

1. VBUS 的路径 NMOS 应当如何选型

答：VBUS 的 NMOS 只是作为路径开关，对开关速度的要求并不高。关于导通阻抗 $R_{DS(on)}$ ，我们推荐路径 NMOS 的 $R_{DS(on)} < 10m\Omega$ ，这个值越小，整体的效率越高。 V_{DS} 耐压则需要根据实际情况选择，例如，选用的方案最高支持 20V 充放电，则路径 NMOS 的 V_{DS} 耐压需要大于 20V（考虑到裕量，建议大于 30V）；如果选用的方案最高支持 15V 充放电，则路径 NMOS 的 V_{DS} 耐压需要大于 15V（考虑到裕量，建议大于 20V）。

2. 电感如何选型，为何推荐使用 4.7uH 的电感？

答：我们预设 IP2369 功率回路输出电流为 I_{OUT} ，开关频率为 f_s ，输入电压 V_{IN} ，输出电压为 V_{OUT} 。根据项目具体要求，按 4 串电池 45W 充电。

电感感量计算公式：

$$L = \frac{V_{IN} * D * (1-D)}{f_s * \Delta I_L}$$

由公式可知，当 $D=0.5$ 时， $D * (1-D)$ 最大， L 就最大。

充电 BUCK 时， $D = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$ ， $V_{IN}=20V$ ， $V_{OUT}=12\sim 16.8V$ ， $f_s=250kHz$ 。

在上述工作条件下，当 $V_{OUT}=12V$ ， $V_{IN}=20V$ 时， $D * (1-D)$ 达到最大。

$$I_{out} = \frac{V_{IN} * I_{IN}}{V_{OUT}} = \frac{45W}{12V} = 3.75A$$

算上功率损耗，取 $I_{out}=4A$ 计算。

电感纹波电流 ΔI_L 一般取 $0.2I_{out} \sim 0.4I_{out}$ ，这里取 0.3 倍，则 $\Delta I_L=1.2A$ 。

带入电感计算公式可得： $L=4.7\mu H$

电感电流计算公式如下：

$$I_{L(max)} = I_{out} + 0.5 * \Delta I_L$$

$$I_{L(min)} = I_{out} - 0.5 * \Delta I_L$$

计算得到 $I_{L(max)}=4.35A$ ， $I_{L(min)}=3.15A$ 。

电感的感值取 4.7uH，额定电流看具体使用场景而定，一般来说最少需要大于 7A，直流阻抗则越低越好。

3. 为什么通过 I2C 读取到的 IP2369 电流数据波动很大？

答：检查 PCB 中 VIO 端和 BAT 端的 5mR 采样电阻的采样线是否有重合，每个 5mR 两端分别引出两根采

样线到 IC 的采样引脚，不能有重合。采样线不能从电感下面经过，不然电感会干扰采样信号。

4. 为什么设置的 IP2369 充电电流是 3A，但是实际充电电流是 2.8A-3A？

答：首先是不同 IC 体质不同，其中的校准参数设置有差异，实际充电电流会有 $\pm 5\%$ 的差异；然后由于不同客户，layout 差异导致采样会有浮动，出于对适配器的输出能力考虑，3A 的电流我们实际设置低于 3A，保证适配器不会被过大的电流拉保护。

5. IP2369 的 A/C 口输入输出方案中，充电功率和放电功率可以分开设置吗？

答：标准的 IP2369 的 A/C 口输入输出方案中，充电功率和放电功率只能同时设置，不可以分别设置；但是可以定制。

6. IP2369 电池放到低电保护之后，等电池电压恢复之后可以重新放电吗？

答：IP2369 标准方案在电池放电到低电保护之后，等电池电压恢复后就可以重新放电，可以定制不同的电池低电电压。

7. IP2369 的 INT 脚到底应该怎么处理？

答：INT 默认接 510K 到地，因为 IP2369 的 INT 如果上拉到高电平，就不会进入待机状态，首次上电无法通过给 INT 高电平来唤醒 IP2369，只能通过 EN 唤醒，随后进入 100uA 待机后，可通过拉高 INT 来唤醒 IP2369。

8. 为什么会出现无法申请快充的情况？

答：检查一下 PCB 板，IC 与座子的 DPDM 和 CC 线是否正常连接，因为快充申请是需要用到 DPDM 和 CC 线进行通信的，而有部分样式的 C 口座子不易焊接，容易导致上述线路无法正常连接。建议选用便于焊接的座子。

9. 当 IP2369 进行 36W/45W 功率充放电时，电感和功率 IC 的温度会很高？

答：因为电感和 IC 内置的 MOS 中有阻抗，从几毫欧到几十毫欧，在功率达到 36-45W 的情况下，电感的电流会有 3-5A 的电流，这样电感和 IC 内置 MOS 管中损耗的几瓦能量都用在发热上且导致电流峰值达不到，功率 MOS 的开关频率也相应增加，开关损耗增加导致发热严重。选用电感时，电感的直流阻抗越低越好。

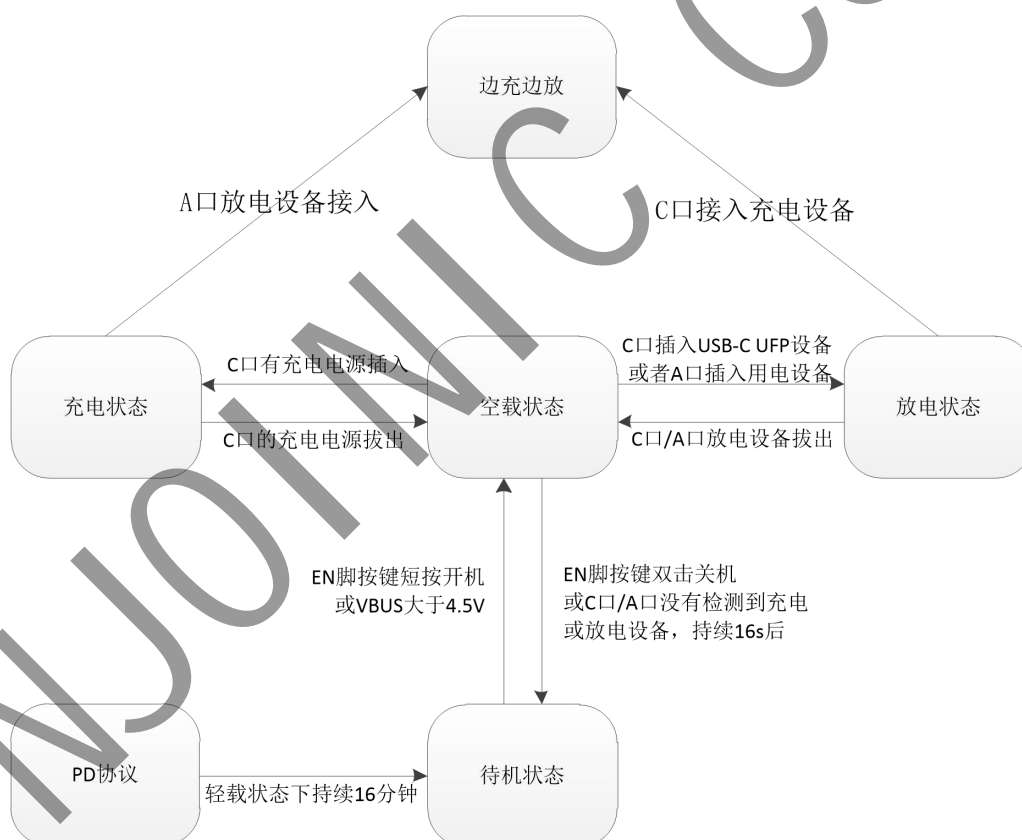
10. 为什么真实的功率和设置的功率偏差较大？

答：检查采样电阻的阻值和精度，以及采样电阻上的 RC 电路阻抗是否与规格书上的相同，否则会影响到采样精度，继而影响到真实的功率。

11. IP2369 出现拔掉输入线之后，I2C 充电标志还在？

答：检查板子 layout 是否良好，输入端和输出端 5mR 采样线重点检查，电流采样误差太大会导致我们无法准确采样到板子充电状况，导致输入端拔出之后，还是采样到有输入电流，导致 I2C 充电标志还在。

12. 待机状态，空载状态，放电状态，充电状态怎么相互转换？



13. 多口输出和单口输出怎么互相转换？

答：当处于多口输出模式时，任一输出口的输出电流小于约 80mA（MOS Rds_ON@15mohm）时，持续 16s 后会自动关闭该口。

从多个用电设备减少到只有一个用电设备时，持续约 16s 后会先关闭所有输出口，开启高压快充功能，再开启最后一个用电设备存在的输出口，以此方式来重新激活设备请求快充。

当只有一个输出口开启的情况下，总的输出功率小于 350mW 持续约 32s 时，会关闭输出口和放电功能，进入待机状态。

14. IP2369 边冲边放怎么实现？

答：当同时连接充电电源和用电设备时，自动进入边充边放模式。在该模式下，芯片会自动关闭内部快充输入请求。为保证用电设备的正常充电，IP2369 会将充电欠压环路提高到 4.9V 以上，以保证优先给用电设备供电。在 VIO 电压只有 5V 的情况下，开启放电路径给用电设备供电；为了安全考虑，如果 VIO 电压大于 5.6V，不会开启放电路径。

在边充边放过程中，如果拔掉充电电源，IP2369 会关闭充电功能，重新启动放电功能给用电设备供电。为了安全考虑，同时也为了能够重新激活用电设备请求快充，转换过程中会有一段时间输出电压掉到 0V。

在边充边放过程中，如果拔掉用电设备、用电设备充满或者停止抽电持续约 16s 时，IP2369 会自动关闭对应的放电路径。当放电路径都关闭，状态回到单充电模式时，会降低充电欠压环路，自动重新申请快充，加速给电池充电。

15. 测试充放电 36W/45W 时，板子温度很高，且会发生断充？

答：36W/45W 功率、充放电，板子热很正常，断充是因为 IC 过温保护了；

可以通过降低功率或者增加电池节数来改善；以及优化 PCB 发热元件的布局，加厚铜箔来加快散热。

16. 在实际应用过程中，可以删掉一些输出口吗，如果可以的话，相应输出口的功能 pin 应当如何处理呢？

答：可以删除。

比如在某个应用中删除的输出口是 USB-A，那么与 USB-A 相关的 DMA1、DPA1、VOUT1、VOUT1G 也就没有作用了，此时可以将 VOUT1G、DMA1、DPA1 引脚悬空，但需要保留 VOUT 上的 10uF 电容。如果是删除 Type-C 口，那么相应的引脚悬空即可。

四、EMC调试建议

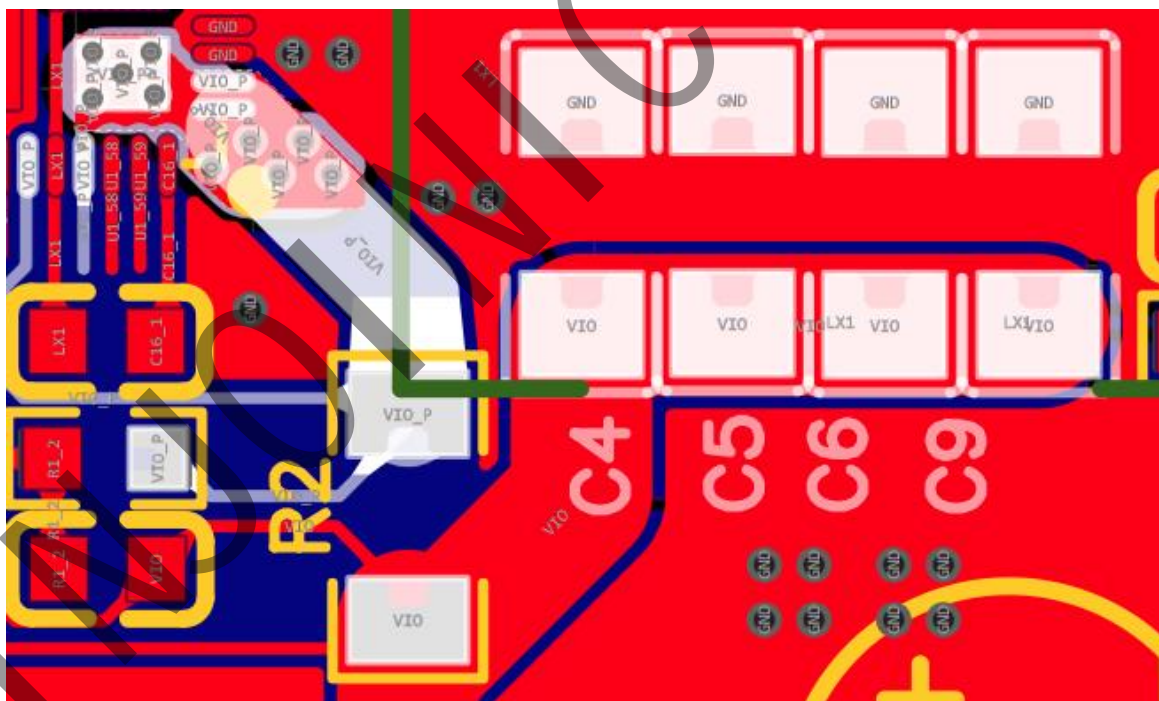
在 IP2369 的应用中，要想获得比较良好的 EMC 表现，需要从下面两个方向下手：

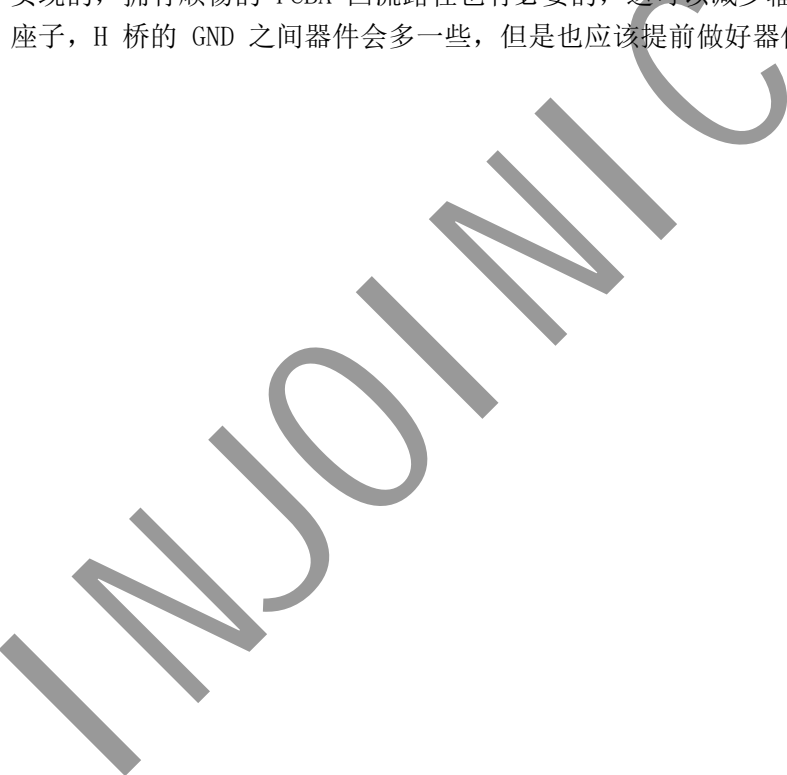
1. 修改 RC 电路参数

- (1) H 桥开关节点 LX 到 GND 的 RC 参数。H 桥开关的过程中，电流变化迅速，这会引起电磁干扰。通过添加 RC 吸收电路，可以减少开关节点上的电流变化带来的噪声。我们推荐的 RC 值为 $2R\ 2.2nF$ ，当 H 桥的 EMC 表现不够好时，可以尝试将 RC 增加到 $2R\ 3.3nF$ 或 $2R\ 4.7nF$ ，但是需要注意，更大的 RC 也会带来更多的效率损失

2. PCB Layout

- (1) 半桥的上下管和对应的输入输出电容的摆放最为重要，需要摆放在输入输出路径上靠近上下管的地方，且尽可能保证电容与上下管形成的回路面积小。该面积越小，在开关电路工作时，不同的电流路径之间的面积差也就越小，产生的电磁辐射干扰也就更少。以下图为例，VIO 端电容的正负端、上下管所组成的回路面积就很小。





17