

IP2366 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	2023.3.15	初版释放	IT555

一、IP2366选型说明

IP2366 DEMO 默认使用固件型号为 IP2366_BZ

IP2366 型号	选型说明	烧录说明
IP2366_BZ	1、支持 C 口充放电	只能烧录 IP2366_BZ 的固件
IP2366_I2C	1、支持 C 口充放电 2、可以通过 I2C 通信	只能烧录 IP2366_I2C 的固件

二、IP2366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：

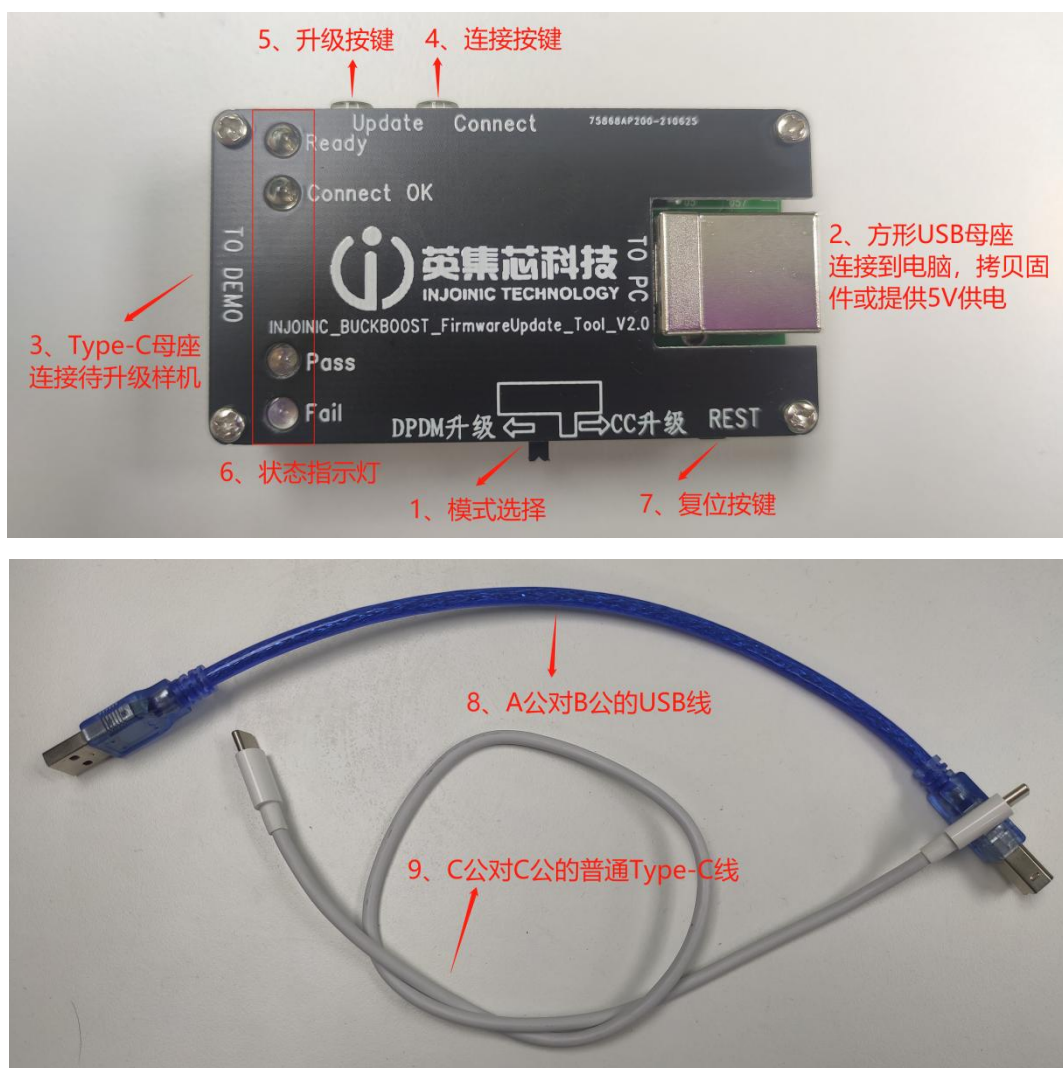


图 1 英集芯固件升级工具实物图

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

“**IP2366 升级工具**”来申请购买，IP2366 升级工具包含 IP2368/IP5389 升级功能；

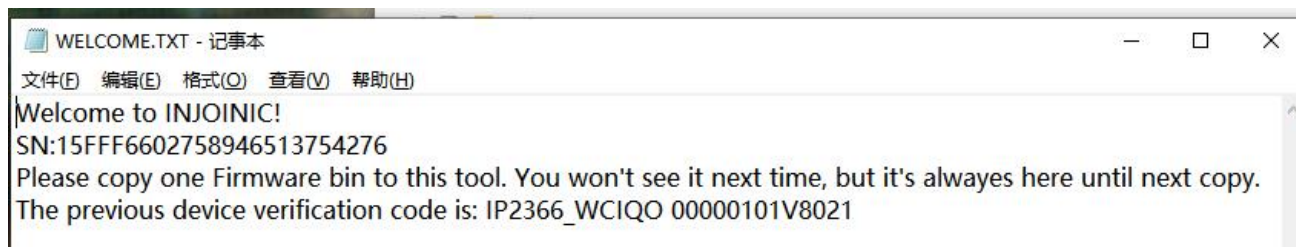
已购买了“**IP2368 升级工具/IP5389 升级工具**”的可以寄回我司进行升级兼容 IP2366 升级功能。

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：IP2366_WCIQO，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) IP2366 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

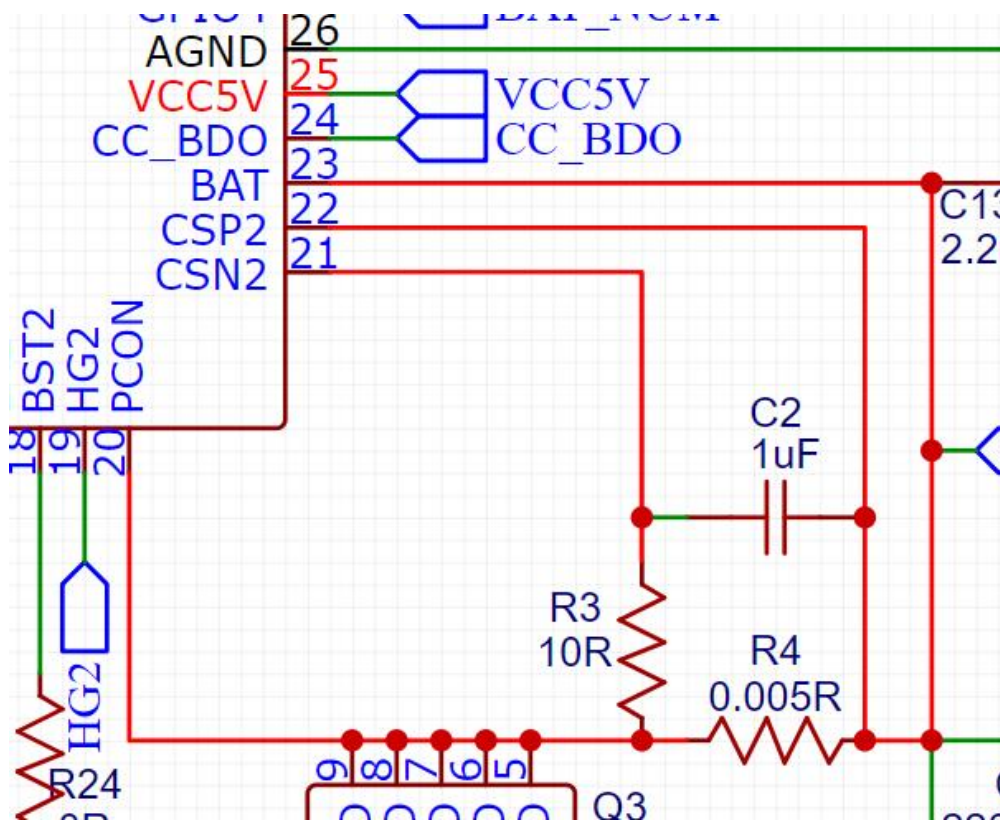
子板和升级工具是通过 C 口连接的

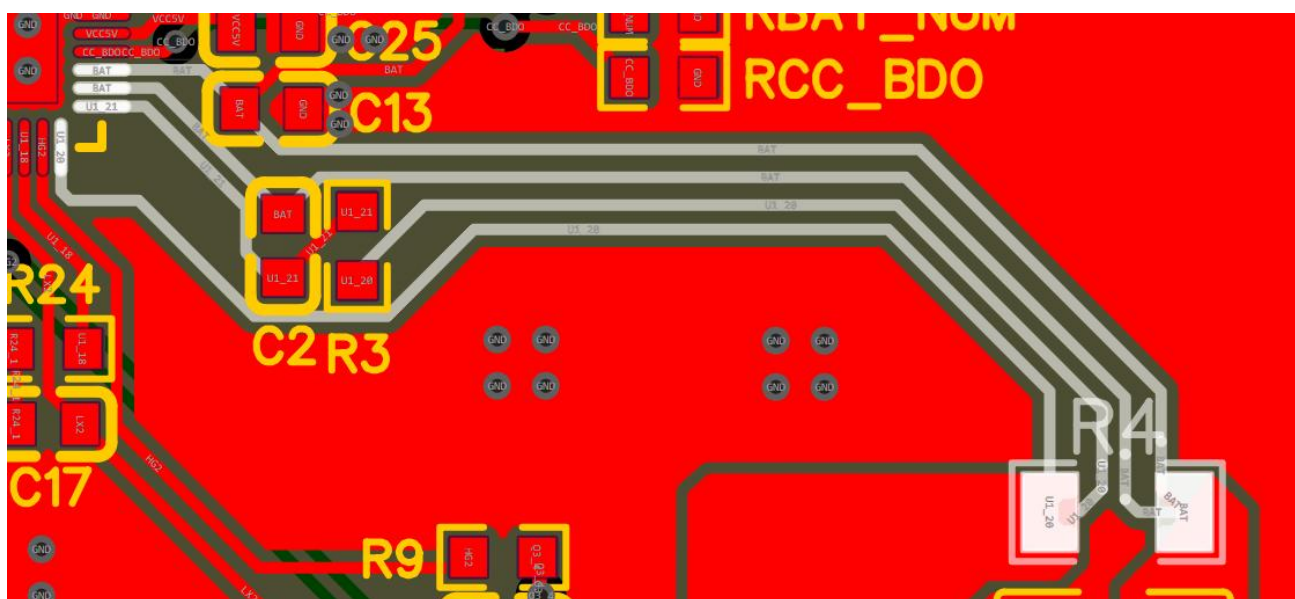
- (2) 烧录升级模式若不正确是无法升级固件的，升级前需要确认：固件升级工具的升级模式（拨码开关选择）是否正确、固件的型号是否能烧录到 IC 上，只要有其中 1 个不对，都是无法烧录升级固件的；

三、IP2366 layout 布局走线注意事项

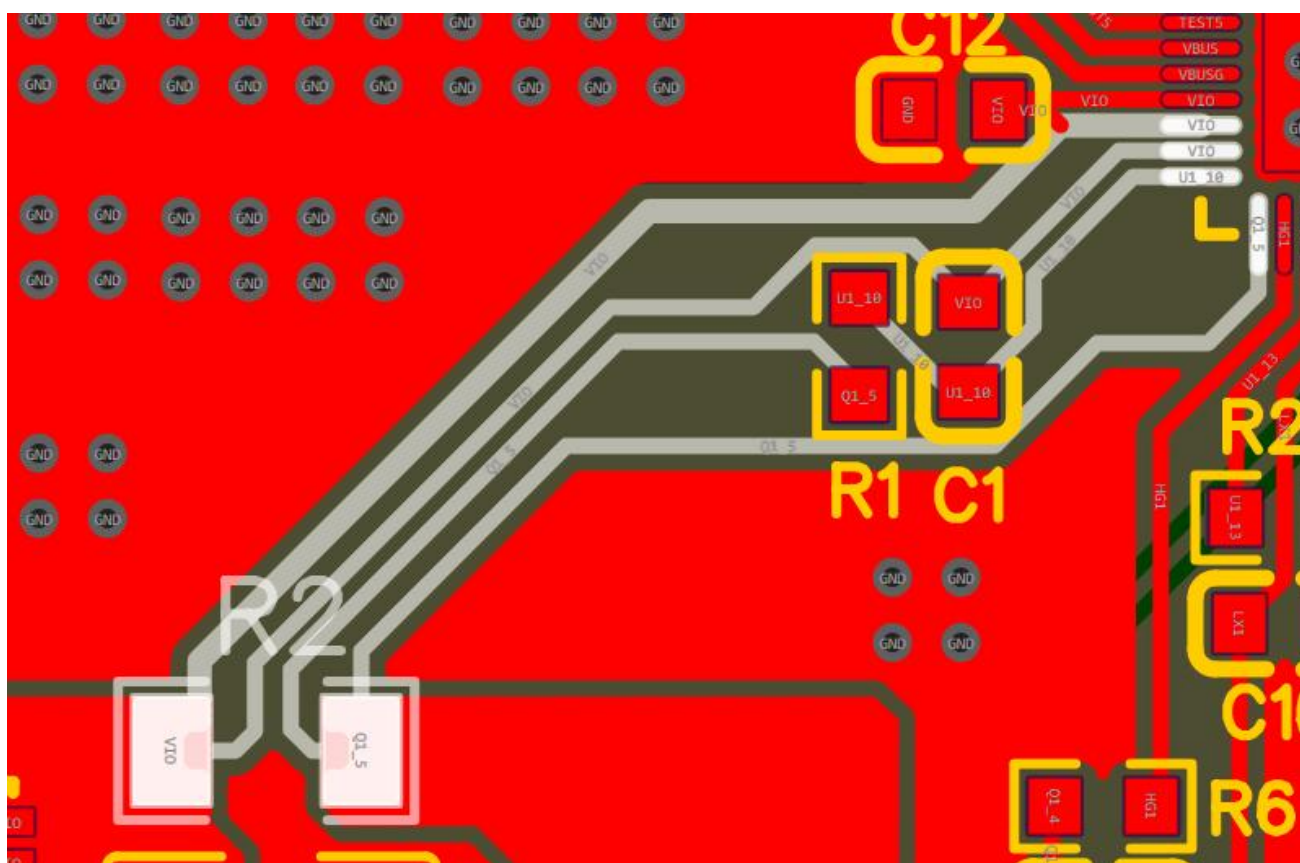
1. VIO 端和 BAT 端采样线需要单独从采样电阻两端引出，且越短越好

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，如下面的 layout 图所示：



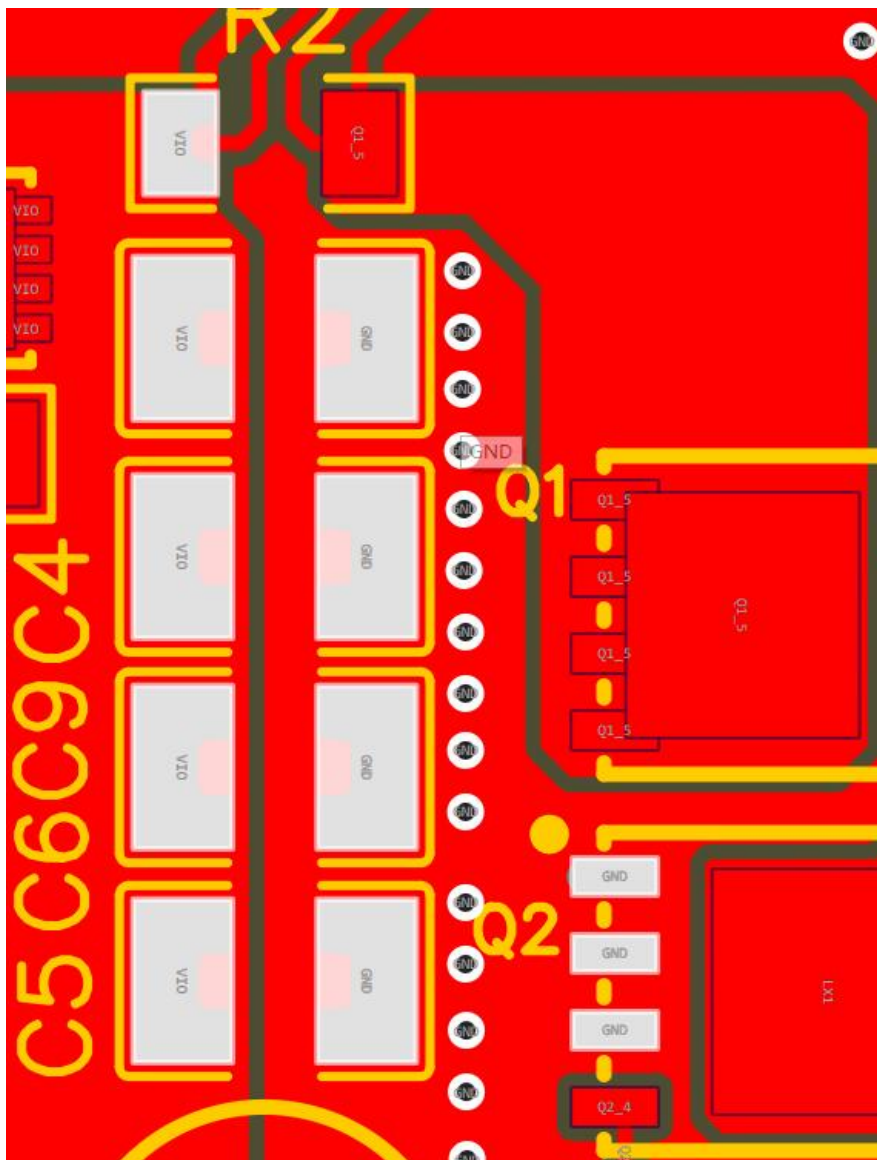


VIO 端的采样电阻走线同理：

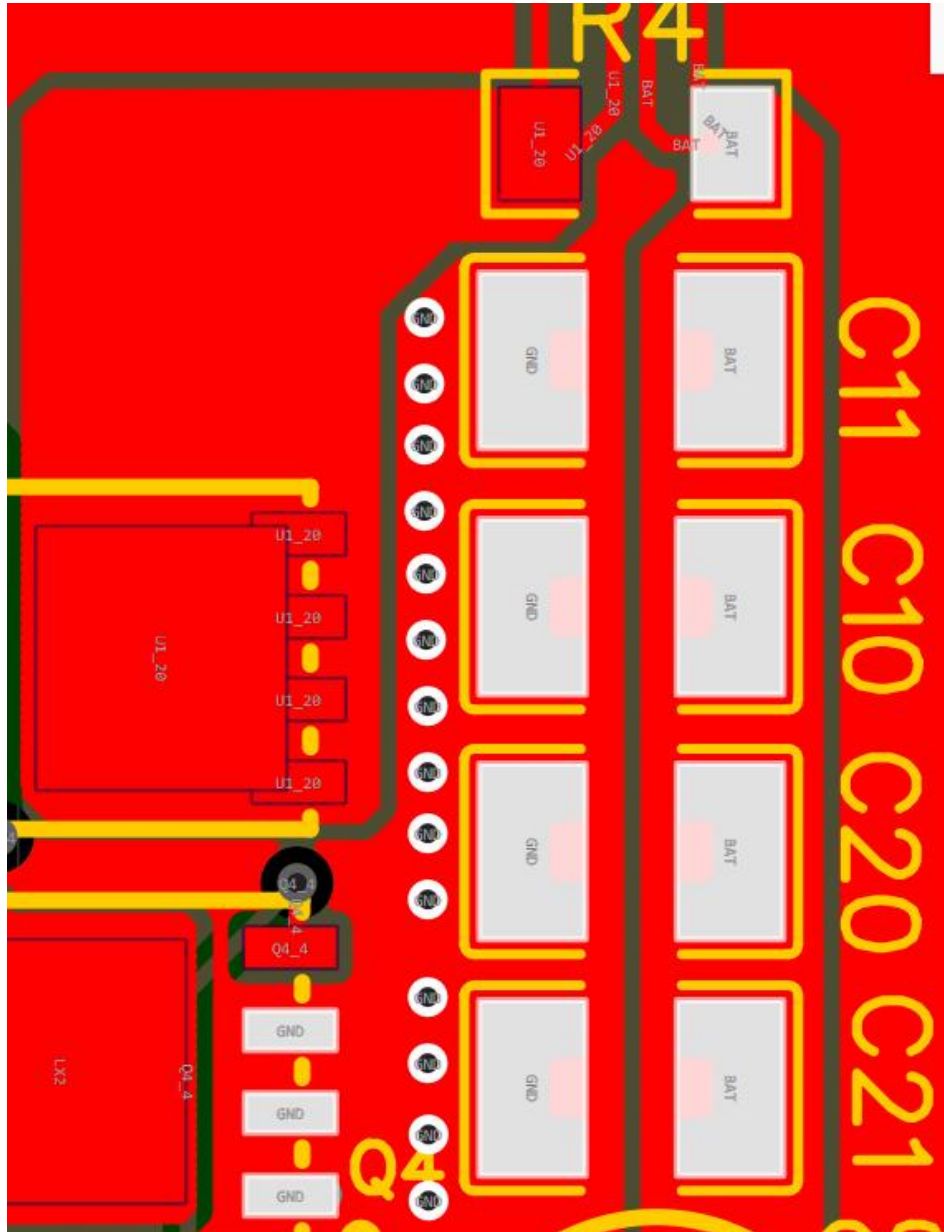


2. VIO 和 BAT 端电容需要靠近采样电阻

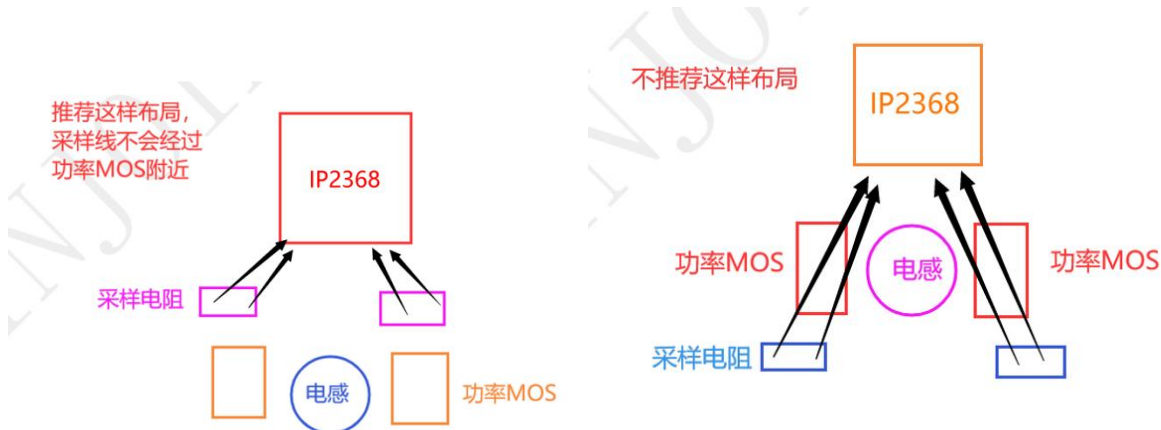
以 BAT 端为例, 该端的采样电阻旁边**必须至少**放置一个 **22uF** 电容。在这个前提下尽可能使电容的 **GND** 靠近 **BAT** 功率回路下管的 **GND**, 另外**地孔越多越好**。否者可能会对电流 ADC 的采样的精确与稳定造成影响。



VIO 端布局同理，



另外，也尽可能避免功率 MOS 在采样电阻和 IC 中间的布局，这样是为了避免采样线经过功率 MOS 附近，以免对采样信号造成干扰。如下图：



四、IP2366常见问题汇总

器件选型相关问题：

1. IP2366 对 H 桥的驱动要求，如何匹配达到最高效率。

一般而言，对于 H 桥的 NMOS，我们推荐的参数如下表：

各项属性	推荐参数
$R_{DS(on)}$	<10mR
V_{DSS}	$\geq 30V$
V_{GSS}	>8V
I_S	>15A
C_{iss}	<1000pF
$t_{r(on)}$	<10ns
$t_{r(off)}$	<40ns

H 桥 NMOS 影响效率的主要因素包括 $R_{DS(on)}$ ， C_{iss} 和 C_{oss} ，IP2366 的 V_{gs} 驱动电压来自 VCC5V，寄生电容对效率的影响比较小，主要考虑 $R_{DS(on)}$ 越小越好，在 $R_{DS(on)}$ 差别不大的情况下，寄生电容越小越好。对于导通和关闭时间，也都是越短越好。

当设置最大充放电功率为 140W 时，需要相应选择耐压 $V_{DS} \geq 40V$ ，导通阻抗 $R_{DS(on)} < 8mR$ 的 NMOS。

2. 各个输入输出路径 NMOS 应当如何选型

各个输入输出路径的 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 $R_{DS(on)} < 10mR$ ，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 28V 充放电，则路径 NMOS 的 V_{DS} 耐压需要大于 28V（考虑到裕量，建议大于 35V）；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）。

3. 电感如何选型，为何推荐使用 10uH 的电感？

我们预设 IP2366 功率回路输出电流为 I_{out} ，开关频率为 f ，输入电压 V_{in} ，输出电压为 V_{out} 。根据项目具体要求，我们按下表设置以上参数：

各项参数	值
V_{in_min}	5V
V_{in_max}	20V
V_{out_max}	5V
V_{out_min}	20V
f	250kHz
I_{out_max}	6A

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 $\Delta I_L = 1.8A$ ，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 $I_{L(max)} = 6.9A$ ， $I_{L(min)} = 5.1A$ 。

在 BUCK 工作模式下，令 $V_{(in)} = 20V$ ， $V_{(out)} = 5V$ ， $\Delta I_L = 1.8A$ ，忽略 NMOS 导通阻抗，得到下列公式：

$$I_{L(min)} = \frac{V_L * d_t}{d_i} = \frac{(V_{in} - V_{out}) * \frac{V_{out}}{V_{in}} * \frac{1}{f}}{\Delta I_L}$$

计算得到 $I_{L(min)} = 5.6uH$ ，

在 BOOST 工作模式下，令 $V_{(in)} = 5V$ ， $V_{(out)} = 20V$ ， $\Delta I_L = 1.8A$ ，同样忽略 NMOS 导通阻抗，得到下列公式：

$$I_{L(min)} = \frac{V_L * d_t}{d_i} = \frac{(V_{out} - V_{in}) * (1 - \frac{V_{out} - V_{in}}{V_{out}}) * \frac{1}{f}}{\Delta I_L}$$

我们得到 $I_{L(min)} = 8.3uH$ 。

电感的感值取 10uH 即可，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。

4. 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 IP2366 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，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 16 倍，主要是对采样电流的开关纹波进行滤波。

5. 两颗自举电容容值如何选择？

在 IP2366 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）。

6. 各个输入输出口的滤波电容一般多少合适？

一般来说，输出口的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，而且过大的输出口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。

7. 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。

8. VIO 和 BAT 的电容如何选择？为何推荐 2 个 22uF 并联 1 个 220uF

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 220uF 的电容推荐参数。另外，各个输出口的电容只是进行简单的滤波，使用 10uF 即可。

系统功能相关问题

1. 为什么通过 I2C 读取到的 IP2366 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。预留驱动电阻，可以通过串 2R 电阻来适当减小驱动能力。检查 MOS 特性，尝试更换其他 MOS 测试。

2. 为什么设置的 IP2366 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。

3. IP2366 的 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 IP2366 单 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；但是可以通过定制。

4. IP2366 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：IP2366 标准方案在电池放到低电保护之后必须要充电之后才可以重新放电，不然插入需要充电的设备，系统会闪灯提示无法输出。可以定制不同的电池低电电压，并且可以放到低电保护之后，等电池电压恢复之后，还可以继续放电。

5. IP2366 的 INT 脚到底应该怎么处理？

答：如果是不带 I2C 的型号，INT 可以不需要处理，就做 LED3 脚就可以；如果是带 I2C 的型号，INT 默认接 510K 到地，因为 IP2366 的 INT 如果上拉到高电平，就不会进入待机状态，MCU 也可以通过给 INT 高电平来唤醒 IP2366。

6. 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。

7. 当 IP2366 进行 45-140W 大功率充放电时,电感和功率 MOS 的温度会很高?

答: 因为电感中有阻抗,从几毫欧到几十毫欧,在功率达到 45-140W 的情况下,电感的电流会有 3-7A 的电流,这样电感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。

8. 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。

9. IP2366 不能对外放电时什么原因?

答: 放电需要在空载状态,接入手机,笔记本等 DRP 设备时,设备会先给 IP2366 充电唤醒,随后 IP2366 给设备充电;但接入 UFP 设备,如诱骗器,移动硬盘等,需要手动按下按键唤醒 IP2366,才可对外放电。

10. IP2366 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。

11. IP2366 怎么测试充放电 140W

答: 充电: 可以通过用有 140W 供电能力的适配器,配合带 EPR 芯片的导线,进行充电测试;或用直流电源供电 28V/5A;或用两个 IP2366 板子通过带 EPR 芯片导线进行对充测试。

放电: 可申请我司 IP2716T_SINKEPR (普通诱骗器,插入处于默认 5V,通过按钮调整至 28V) 诱骗器,诱骗出 28V,接入负载拉载 CC=5A;或用两个 IP2366 板子通过带 EPR 芯片导线进行对充测试。

带 EPR 芯片的导线可通过淘宝搜“充电线 EPR”购买;

12. CC_BDO 功能怎么测试?

答: IP2366 的 CC_BDO 引脚用于设置低功耗模式下 CC1/CC2 的默认状态 (不接电池测试),唤醒后不适用; CC_BDO 引脚接 1K 电阻到地,此时作为 SOURCE 设备, CC1/CC2 默认上拉,接入 PD 适配器无法充电; CC_BDO 引脚悬空或高电平时,此时作为 SINK 设备,没有放电能力,接入手机,笔记本等 DRP 设备会对 IP2366 充电。

13. 低功耗状态，控制状态，放电状态，充电状态怎么相互转换？

