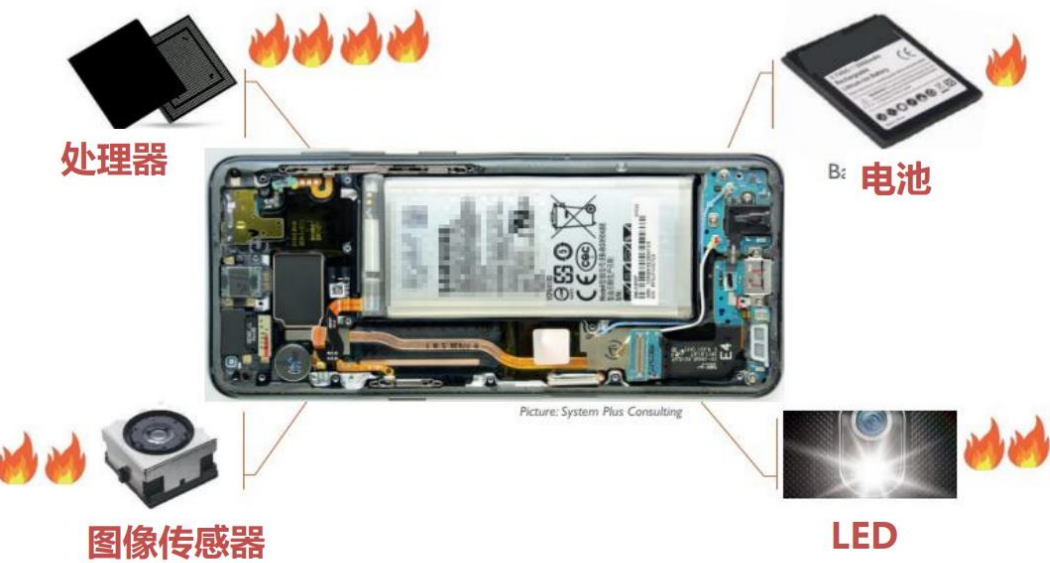


温度测量

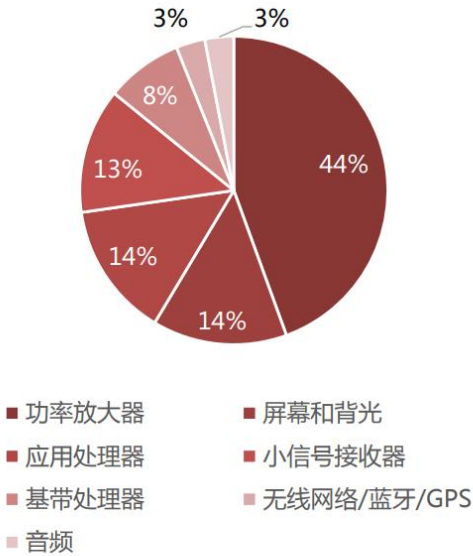
手机散热

需求：5G带来功耗变大

- 智能手机中包含许多会产生热量的组件，同时也包含很多受热容易影响性能和寿命的组件。处理器是一款智能手机中发热量最大的组件，其它产生热量的组件还包括图像传感器、光源以及电池等。
- 根据EUCNC数据，手机功耗主要来源于功率放大器、应用处理器、屏幕和背光、小信号收发器和基带处理器。



LTE智能手机功耗构成



数据来源: Yole , 西南证券整理

数据来源: : Aarne Mämmelä (VTT) at EuCNC in June 2017 , 西南证券整理

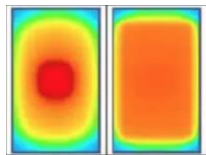
功率放大器？

功率放大器 (power amplifier: 以下简称PA) ，将通信IC (RF-IC) 输出的高频信号放大到所需的功率，然后馈送到天线。

手机散热

增加散热面积

更快的热传输



石墨稀热辐射贴片



石墨烯热辐射贴片是一种超薄散热材料，可有效的降低发热源之热密度，达到大面积快速传热，大面积散热，并消除单点高温的现象

金属背板散热



在金属外壳的内部也设计了一层金属导热板，它可以将石墨导出的热量直接通过这层金属导热板传递至金属机身的各个角落，这样一来密闭空间中的热量便能迅速扩散并消失，握持时人也不会感受到太多的热量存在。

手机散热

导热凝胶/导热硅胶散热



其作用是让处理器散发的热量能够更快的传递到散热器上从而散发出去。导热凝胶是半固态，类似牙膏状，一般就是直接点到热源周围，起到传热的作用；导热硅胶是一中很软的固体，类似海绵，直接贴到热源上方，与热源接触导热；

热管散热



铜管散热的原理本质上是对流导热

以上措施使得手机内部的温度可以很快的传导到机身各个位置 但是作为一个手机整体，温度的传导散热还是得依赖外壳的散热能力

“手机的极限功耗不应该超过其最大可散热功耗。”

在被动散热的情况下，手机的最大散热功耗=对流散热功耗+辐射散热功耗

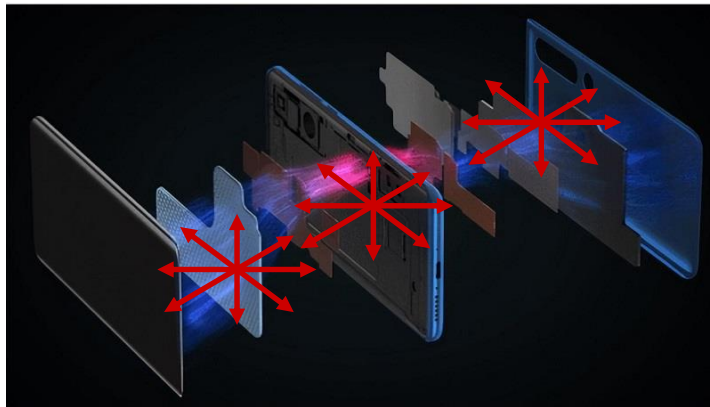
举例来说，一台6寸(18:9)的手机，采用双面玻璃设计。正面的表面积S1为 $154.45 \times 74.78 \approx 0.011625$ 平方米。正反两面，即S2=0.02325平方米。

我们假设温差T为20摄氏度，并且不考虑边框的散热。空气的自然对流传热系数a在5-20左右；玻璃的热辐射系数 Δ 为0.92。那么散热功耗= $S2 \times T \times a + S2 \times (2.85 \times T^{1.19}) \times \Delta \approx 4.65 + 2.15 = 6.8$ 瓦。这一功耗包括屏幕、电源管理、闪存、SoC等多个部件的发热功耗。分配给SoC的散热功耗并不算多。

手机温度测量

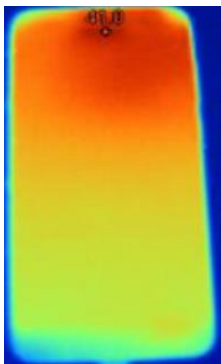
perfdog指标

- CTemp(CPU温度)
- GTemp(GPU温度)
- BTemp(电池温度)
- NTemp(NPU温度)



系统指标，由手机内部温度传感器提供。如同PC中的温度监控，目的是调整风扇转速，cpu频率调整等

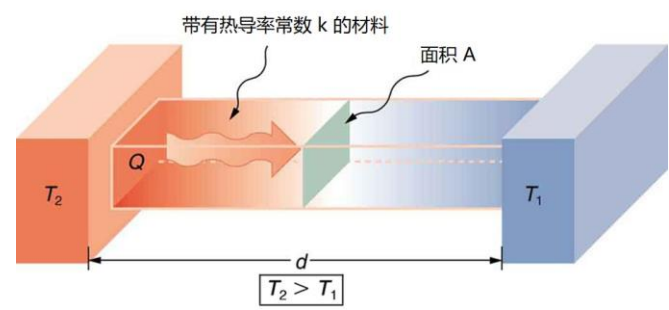
手机作为一个整体物件，单个的温度指标仅能反应物件所处位置极近位置下的温度变化。并不能反馈手机整个系统传导到使用者或者环境中的温度反应。



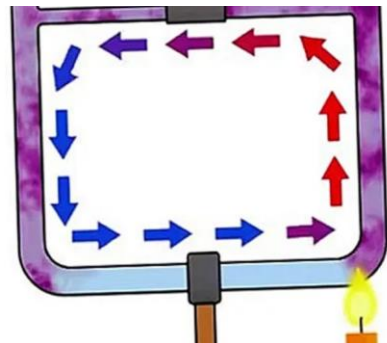
一般由向外层的最高温度极值来判断，手机温度是否超过预期。

原理介绍

热的传播方式有三种：传导、对流、辐射

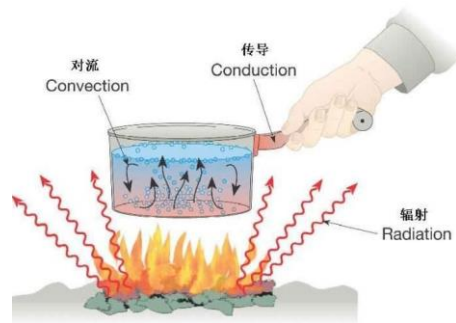


热传导



热对流

热辐射



任何物体只要它的温度高于绝对零度 (-273 度)，就有热能转变的热辐射向外部发射，物体温度不同，其辐射出的能量不同，且辐射波的波长也不同，但总是包含着红外辐射在内，当物体的温度在干摄氏度以下时，其热辐射中最强的电磁波是红外波。

原理介绍

当原子内的带电粒子运动时，会产生热，当热能转成电磁辐射时，即称为热辐射，温度高于绝对零度的所有物质都会发出热辐射，而热辐射的频率取决于该物体的温度。所有物体皆以光子形式辐射能量，这些光子的移动方向是没有固定的。当来自一个物体表面的辐射光子到达另一个物体的表面时，他们会有发射、反射、透射等现象。

(1) 发射率 (Emissivity) α ：发射率(吸收率)，是衡量物体表面以热辐射的形式释放能量相对强弱的能力，通常来说材料颜色越暗表面越粗糙，其发射率就越近似1。

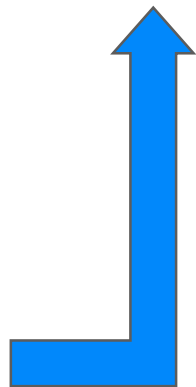
(2) 反射率 (Reflection) ρ ：反射率，即为物质表面反射辐射的能力。

(3) 透射比(Transmittance) τ ：透射比，是以特定波长透射的入射辐射的占比。

因此，一个物质的反射率与发射率及透射比，总合为1。及 $\alpha + \rho + \tau = 1$ 。

热辐射的日常应用:

1. 常用的金属散热器，表面通常会采用黑色的，因为黑色的热辐射效果较好。
2. 不锈钢水壶表面都很光亮，是为了减少热辐射。
3. 油槽为了避免高温，通常会漆成白色，可以减少热辐射，避免油槽过温。
4. 石墨烯，平面方向传导性能佳，且具有良好的热辐射系数，因此常用来做电子散热。



1、颜色深发射率高，颜色浅发射率低

2、表面粗糙的发射率高，表面光滑发射率低

白色？or 黑色？

光滑背板？or 磨砂背板？

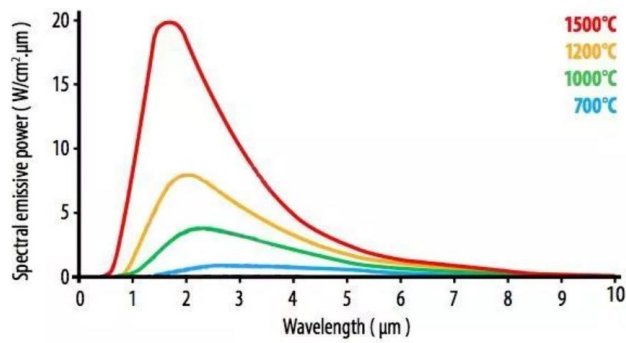
辐射物的功率 $P_{rad} = \epsilon \sigma A T^4$ 。

其中： T 为绝对温度（克耳文）； A 为物体表面积（平方公尺）；斯特藩-玻尔兹曼常数 $\sigma = 5.6704 \times 10^{-8} W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$ ；物体表面放射率 ϵ 介于0~1之间，黑体辐射为1。

原理介绍

红外测温原理：高温下的黑体辐射强度，在任何一个波长范围内，都高于低温下的黑体辐射。

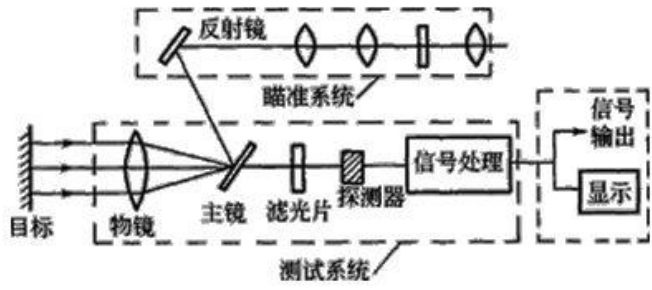
反映到图里就是，1500℃的红色高温曲线，在每段波长上强度都比1200℃的黄色曲线高：



在这个理论基础下，根据工程应用所需的测量精度不同，红外测温仪有三种主要的设计方向。

- 其一，单色测温法：利用单一波长下的单色辐射强度比值来判断温度；
- 其二，双色测温法：测量被测物体在两个波长下的辐射强度比值的强度变化来判断，这种方法比前者受外界影响更小，精度更高；
- 其三，全辐射测温法：获得被测物体全波段下的辐射总量来判断当前温度值；

准确度：双色>单色>全辐射



手机温度测量

环境影响

热对流效率

- 1、背景温度
- 2、环境对流风速
- 3、壁面面积（手机姿态）
- 4、湿度（水汽相变相关）

手机影响

- 1、网络及基站环境（参考5G和4G的功耗）
- 2、外壳表面材料（同一系列不同涂装）
- 3、颜色（热辐射效率）
- 4、亮度、音量、电池电量（保持每次参与手机模块功耗一致，电池电量可能导致不同的系统调度策略）

$$q = h \cdot (t_w - t_{\infty})$$

$$Q = h \cdot A \cdot (t_w - t_{\infty}) = q \cdot A$$

式中：

q为单位面积的固体表面与流体之间在单位时间内交换的热量，称作热流密度，单位W/m^2；

t_w、t_∞分别为固体表面和流体的温度，单位K；

A为壁面面积，单位m^2；

Q为单位时间内面积A上的传热热量，单位W；

h称为表面对流传热系数，单位W/(m^2.K)。

手机温度测量

测量仪器影响

当前常用红外测温仪实际是测试为物体散射出来的热辐射值来计算物体温度
需要根据这个原理来指定对应相对准确的测试方式



相同温度下，因发射率不同，而显示的表象温度有差异

1、确定外壳表面发射率

测量设备可以根据此来预估准确的温度值

常见手机外壳材料发射率：

- 1、玻璃：0.94
- 2、陶瓷：0.95
- 3、塑料：0.7~0.9（透明区或发光区慎用）

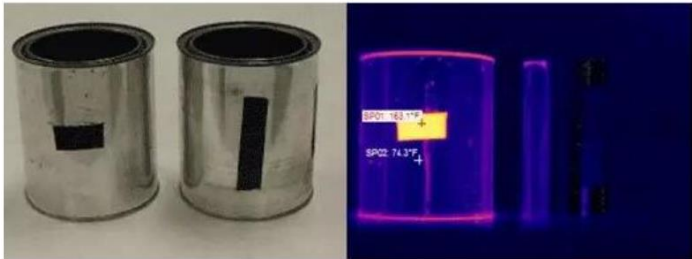
常见手机外壳材料发射率：

- 4、铝合金：0.1（7系列铝）、0.08~0.18（6系列铝）
- 5、不锈钢：0.2（崭新出厂）、0.8（氧化足够）
- 6、镁合金：0.1（镁铝）

手机温度测量

测量仪器影响

物体发射率较低（小于0.5），可能导致红外温度仪测量误差较



高发射率表面如电子胶带可用于精确测量低发射率表面如闪亮金属的温度

2、反射温度

- (1) 发射率 (Emissivity) α : 发!
- (2) 反射率 (Reflection) ρ : 反!
- (3) 透射比 (Transmittance) τ :

请确保测试时环境周围无较大热源

反射温度会影响热像仪测量的表象温度（除发射率是影响测温结果的重要补偿参数，环境反射表象温度对测温结果影响也是至关重要的！），如果附近的热源（如变压器，电动机或者反射阳光中的红外波段能量）从物体表面反射进入热像仪镜头，而被测物体本身温度可能很低，但根据热像仪显示的温度却可能高得多。



金属灯的开关是比墙的其他部分更热，还是反射了一个温暖的热源

手机温度测量

测量仪器影响

3、测量距离

仪器主要功能发生模块为光学电子元件，有类似焦距的概念

距离系数是[红外测温仪](#)的一个重要参数，也叫光学分辨率。

距离系数由D:S之比确定，即测温仪探头到目标之间的距离D与被测目标直径之比。如果测温仪由于环境条件限制必须安装在远离目标之处，而又要测量小的目标，就应选择高光学分辨率的测温仪。光学分辨率越高，即增大D:S比值，测温仪的成本也越高。如果测温仪远离目标，而目标又小，就应选择高距离系数的测温仪。对于固定焦距的测温仪，在光学系统焦点处为光斑最小位置，近于和远于焦点位置光斑都会增大，存在两个距离系数。因此，为了能在接近和远离焦点的距离上准确测温，被测目标尺寸应大于焦点处光斑尺寸；变焦测温仪有一个最小焦点位置，可根据到目标的距离进行调节。增大D:S，接收的能量就减少，如不增大接收口径，距离系数D:S很难做大，这就要增加仪器成本。

VT02, VT04A, VT04
用户手册

表 5 显示了距离面积比 (D:S)，以保证测量准确度。

表 5. 温度测量准确度				
型号	D:S	A	B	C
VT02	6:1	38 mm @ 230 mm	60 mm @ 360 mm	100 mm @ 600 mm
		1.5 in @ 9 in	2.4 in @ 14.5 in	4 in @ 24 in
VT04A VT04	9:1	26 mm @ 230 mm	40 mm @ 360 mm	67 mm @ 600 mm
		1 in @ 9 in	1.6 in @ 14.5 in	2.7 in @ 24 in

手机温度测量

测量仪器影响

4、测量角度

测温仪要垂直对准被测物体表面，在任何情况下，角度都不能超过30°；

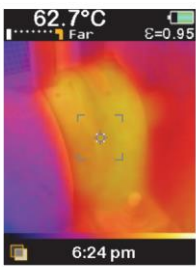
- 1、确保距离准确，在一些设备上有激光测距的功能，来获取待测表面和设备之间的距离
- 2、确保测量的红外辐射能是直接从待测区域发出

5、热点和冷点

部分产品没有区域温度分析，即无法自动给出区域内的最高温度和最低温度
当我们测试手机温度时需手动测量或者凭经验进行 对待测区域内的热点进行测量

测量

中心区域的温度测量值显示在显示屏的顶部。辐射系数的设置也显示在显示屏的顶部。当热点和冷点标记功能打开时，移动本产品，直至热点或冷点与中部测量区域重合。将产品指向温度高于或低于其周围温度的物体，以获取最佳测量结果。热点/冷点值显示在屏幕的顶部。本示例显示 VT04 显示屏上的测量值。



hak13a.jpg

手机温度测量

测量仪器影响

6、环境温度

被测物体应与环境温度有较高的温度差

部分设备有环境温度设定的功能，可以一定程度增加准确性

手机温度测量

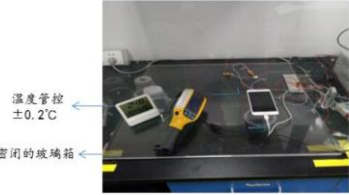
硬件设备厂商温度测试参考

C社手机测试报告-手机-苏州环明电子科技有限公司 (enbrightech.com)

C社手机测试报告

C社手机测试报告-测试条件与方法

- 环境温度RT：25±1℃；
- 视频项目测试：充电状态，手机初始电量为15%、最大音量、亮度适中，手机平置于塑料杯，播放优酷同一高清片源，测试时间60min；
- 游戏项目测试：充电状态，手机初始电量为45%，最大音量，最大亮度
- 双手持手机垂直置于塑料杯上；
- 屏亮自适应关闭
- 手机经由wifi连上网络
- 用Fluke Ti100红外成像仪拍摄手机正面和背面温升情况，每10mins拍摄红外图像并记录测试区域最高温度Tmax；



视频测试放置方式



游戏测试放置方式

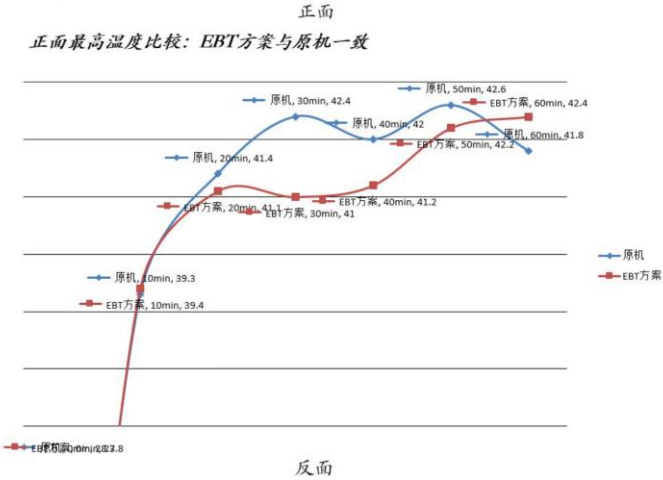
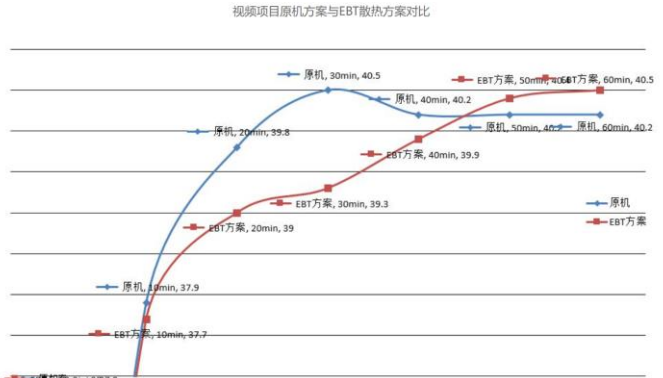


方案	手机后盖	主板芯片屏蔽罩	中框与LCM
客户原始方案	松下人工石墨片 (47μm，含胶) XY方向导热系数：1400w/m.k Z方向：8.3w/m.k	松下人工石墨片 (47μm，含胶) XY方向导热系数1400w/m.k Z方向：8.3w/m.k	松下人工石墨片 (47μm，含胶) XY方向导热系1400w/m.k Z方向：8.3w/m.k
EBT方案1	无	EBT8207B (70μm) XY方向导热系数1700w/m.k Z方向：25w/m.k	EBT8508 (80μm) XY方向导热系数400w/m.k Z方向：18w/m.k

原机方案与EBT方案测试数据对比

视频	00min	10min	20min	30min	40min	50min	60min	max值	屏幕面	SOC面	后盖面
原机	正面	28	37.9	39.8	40.5	40.2	40.2	40.5	50u石墨片	50u石墨片	50u石墨片
	反面	28.3	39.3	41.4	42.4	42	42.6	41.8			
EBT方案	正面	27.9	37.7	39	39.3	39.9	40.4	40.5	EBT8508	EBT8207B	N/A
	反面	27.8	39.4	41.1	41	41.2	42.2	42.4			

游戏	0min	5min	15min	30min	max值	屏幕面	SOC面	后盖面
原机	正面	27.9	38.6	42.1	42.7	50u石墨片	50u石墨片	50u石墨片
	反面	28.1	38.9	42.1	42.8			
EBT方案	正面	27.2	37.9	41.5	41.6	EBT8508	EBT8207B	N/A
	反面	27.5	38.5	41.6	41.6			



手机温度测量

- 1、正面和背面
- 2、升温的过程监控

一般测试为背面最高温度为判别标准，因为大部分原件都贴近后盖，热量从后盖进散出

如果目标元件为屏幕呢？

如果手机堆叠方式的cpu及gpu的散热从前区导出？

升温过程的记录有没有用

手机温度在一般环境下会有一个极值温度，当时间继续延长也不会再怎么增加

温度增加->热对流效率增加，热辐射增加->当手机的目标产出功耗不变时，会有一个极值温度，即这个温度下手机系统和环境的热交换达到平衡

升温的过程记录、对手机来说更缓的增温更可以接受，更缓的增温表明没有明显的超过当前手机系统的散热能力.....

视频		00min	10min	20min	30min	40min	50min	60min	max值	屏幕面	SOC面	后盖面
原机	正面	28	37.9	39.8	40.5	40.2	40.2	40.2	40.5	50u石墨片	50u石墨片	50u石墨片
	反面	28.3	39.3	41.4	42.4	42	42.6	41.8	42.6			
EBT方案	正面	27.9	37.7	39	39.3	39.9	40.4	40.5	40.5	EBT8508	EBT8207B	N/A
	反面	27.8	39.4	41.1	41	41.2	42.2	42.4	42.4			