

物联网将会将大量的真实世界的信息在人物之间、物物之间传递交互，在各种设备的末端都需要有能够感知真实世界信息的各类传感器，光传感器、磁传感器、压力传感器、加速度传感器、温度传感器……，在各类传感器的使用中存在很多类型与使用的限制条件。我们在下面简单描述其中光传感器中的一个小分类：环境光传感器与红外反射式的接近传感器的使用与器件选型。

单环境光传感器（ALS）

一． 关于光传感器，目前能够看到的主要功能有

1. 在具有显示屏的设备中感应外界环境光，主动调整显示器件的亮度等级，以达到好的用户视觉体验也有保护眼睛的效果，
 2. 智能台灯或路灯根据环境的光线强度调整灯具亮度
 3. 监测密闭的黑箱是否被打开。
- …等等各种应用。

二． 如何选择合适的光感

以上举例 1 与 2 事实上是一种人与物的互动，所以环境光的概念是针对于人的感觉，那么在环境光器件的选择需要关注：

1. 传感器本身的光谱能量反应是否符合人眼的光谱反应。如图 Capella 的单独光感的产品 CM32181 的能量反应，绿线为人眼的对环境光的实际反应，可见人对 550nm 的绿色光谱有很强的反应，对红外与紫外光线的能量就基本没有反应了，CM32181 的能量反应曲线就很好的符合了人眼的光线反应。

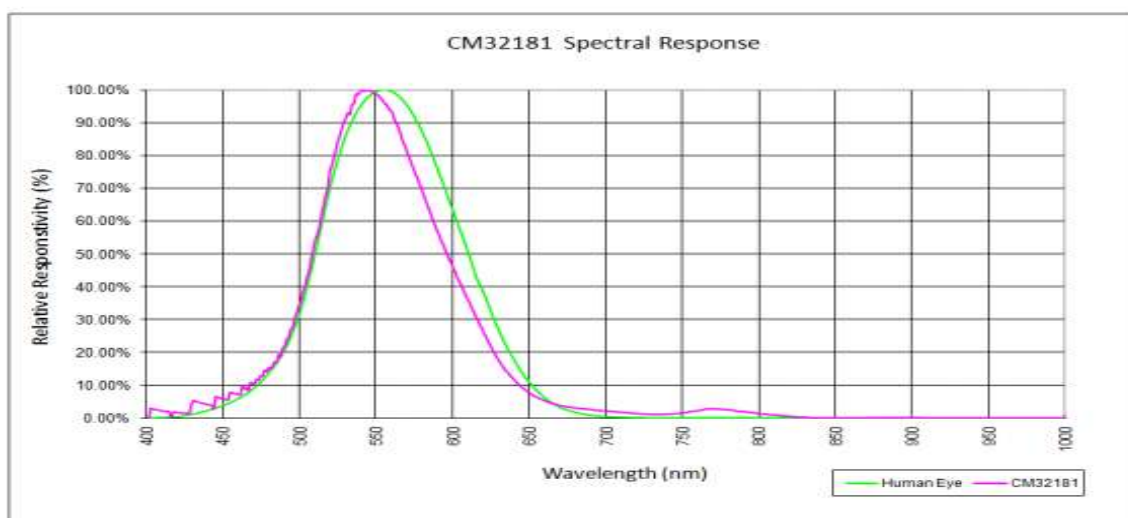


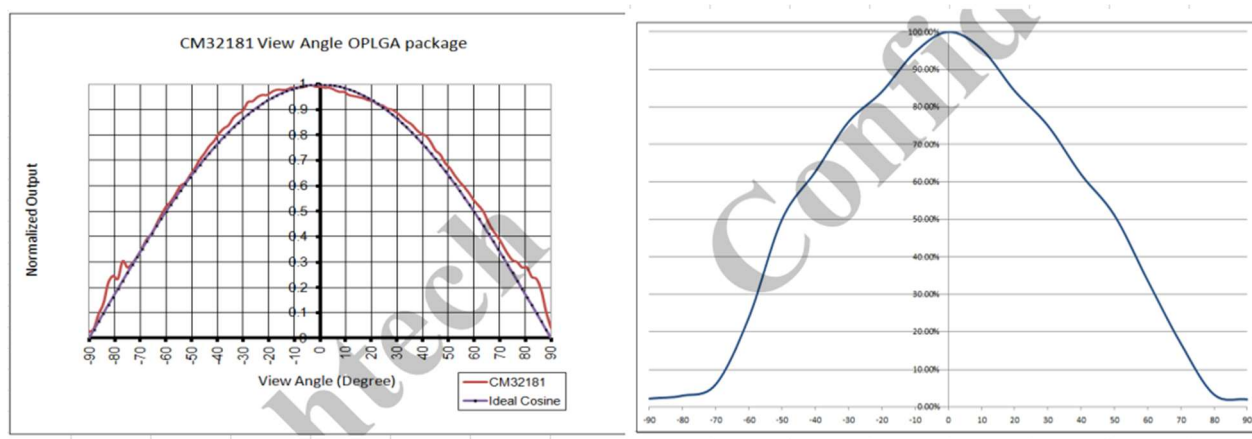
Figure 3. Normalized Spectral Response

2. 由于这类光感应器件内部的基础都是光电二极管+滤镜，模拟的世界不会像数字的世界 0 与 1 这样的边界分明，一定存在着一致性的问题，因此产品输出的一致性是一个重要的考虑因素，否则就需要在整机测试端加一个校准的流程。

如下图即 CM32181 规格书中

ALS output tolerance: $\pm 10\%$

3. 半导体光感的感应面是一个晶圆平面的感应，所以不同入射角是具有不同的能量反应的，如果入射角度小在性能上设备会体现出现很强的方向性。这对多数应用是非常不利的，这点在器件选择与结构设计上都需要关注。下面是单光感产品 CM32181 与光感与接近传感器三合一产品 CM36686 器件本身 ALS 功能针对不同入射角度的能量反应。



4. 量程与灵敏度

这个需要评估具体的应用，结合 LENS 的穿透率综合考虑，不是说灵敏度越高精度越高就是最好的。

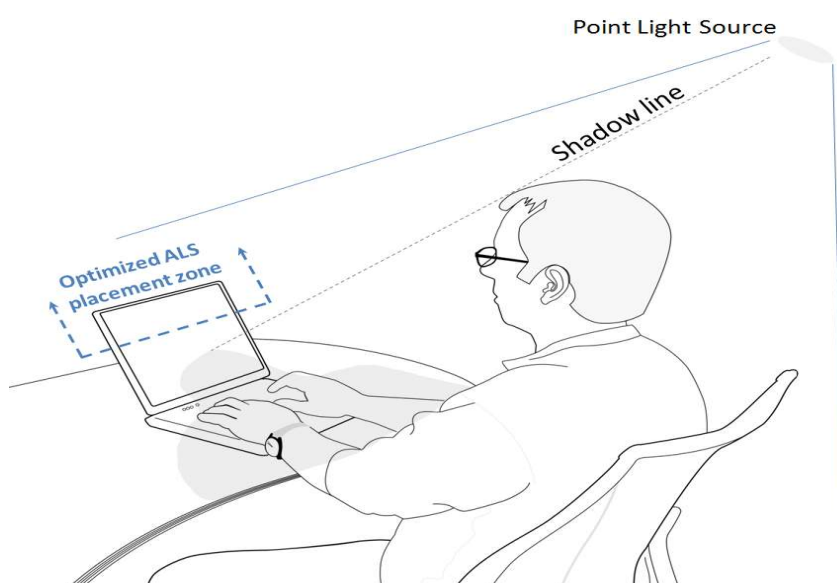
以上是对光感感应本身性能在选型中需要考虑的几个因素，当然供电范围，通讯方式，芯片尺寸等等也是考虑因素，这与其他器件的评估没有多大区别就不详细说明了。

三. 在结构设计上，需要注意到的几点有：

因为传感器本体在设计中一定是在机壳内部，所以就需要一个透镜 (LENS) 让传感器可以感应到外界的环境光。所以传感器设计的朝向与开孔的大小与 LENS 的穿透率都有一些要求。

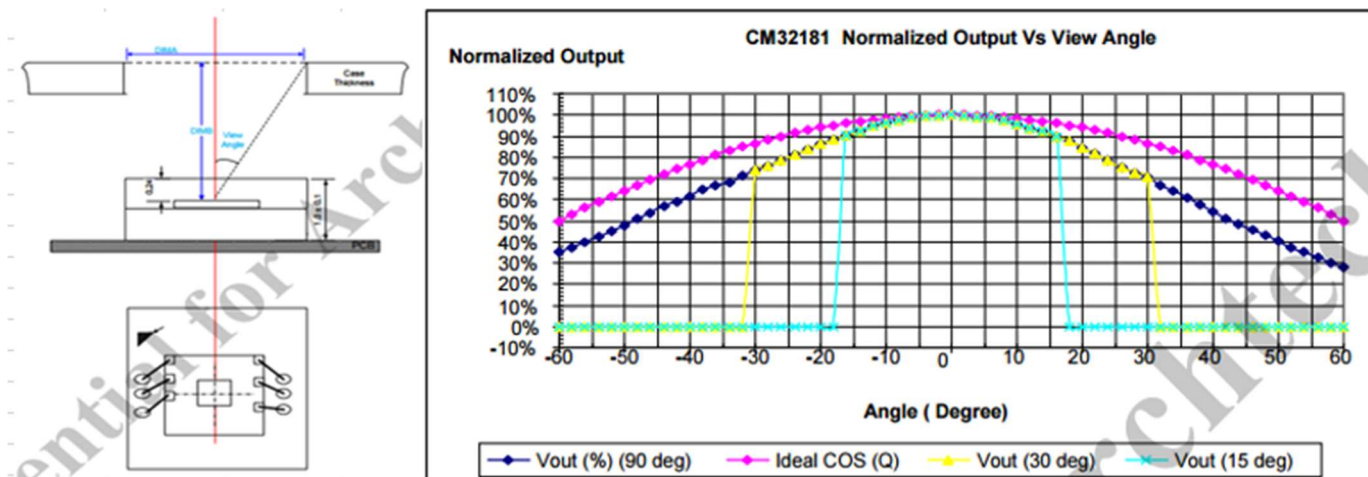
1. 安放的位置与朝向。

这需要评估实际的使用场景，比如我们在笔记本电脑的光感的朝向就是垂直显示平面放置，一定不会去放在侧面，因为在这个场景中人眼去看的就是显示屏，而为何需要去调整屏的亮度的原因在于射到屏上的外界光线的亮度会影响液晶屏的显示对比度，所以在环境亮度较高的情况下我们通常的解决办法是把屏的亮度调高，（而事实上把显示内容变为高对比的模式也是有效果的，这是题外话），在很暗的环境下，就需要把屏亮度调整下来以免屏的亮度与环境形成高度反差，长时间使用会伤到眼睛



2. 开孔大小与 LENS 的入射角度

之前提到过不同入射角度的光线在传感器上发生的能量反应是不同的，下图显示了不同的入射角导致的传感器整体能够感应到的能量的差异



所以我们建议在设计上传感器感应中心与开孔边缘能够设计为

入射角 $\pm 40^\circ$ 与 $\pm 45^\circ$ 之间。传感器在机构内的深度不要超过 3.5mm。

3. LENS 的穿透率，

根据传感器灵敏度与使用场景所需要的最大感应范围评估，一般的 PAD 或笔电的使用场景下 CM32181 要求的 LENS 穿透率要求为：

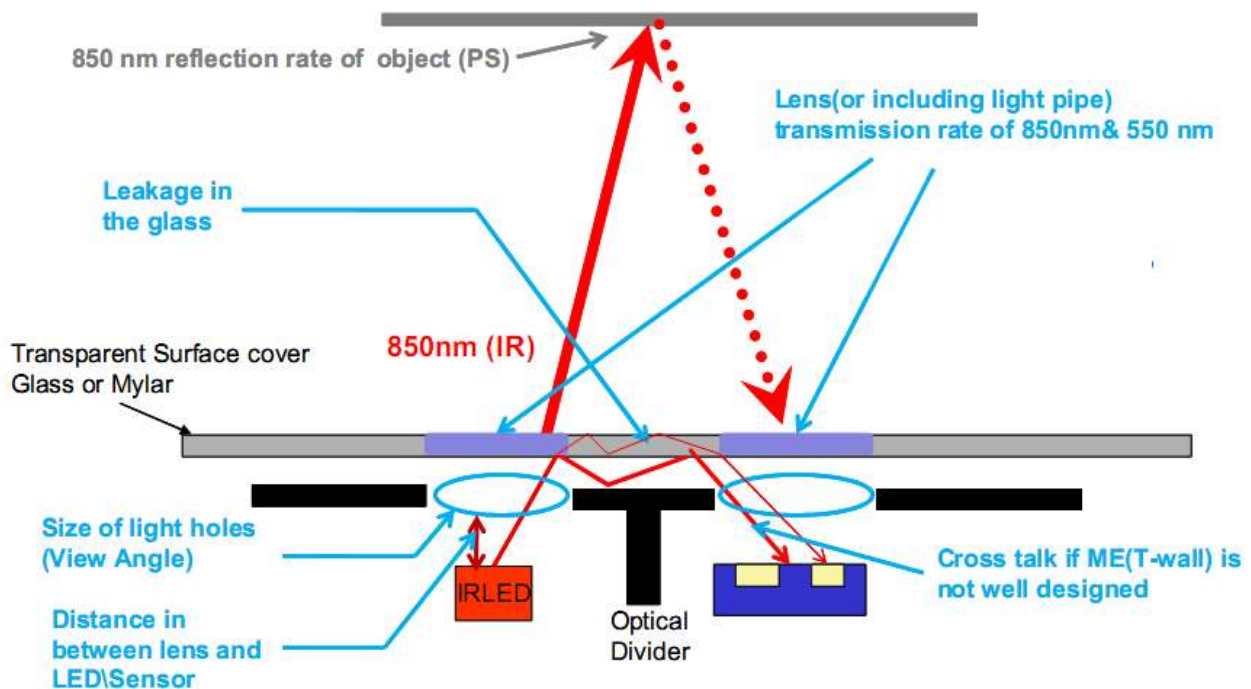
550nm 穿透率为 $>10\%$ 左右，一致性要求 $\pm 3\%-5\%$ 。（如果结合了接近传感器另外有附加要求）。

4. 在结构设计时需要注意在设备内部是否有发光的器件影响传感器对外部环境光的侦测，比如 LED 充电灯，LCD 背光漏光..如果有，需要做光路的隔离。

环境光传感器与接近传感器 (ALS+PS)

由于加入了 PS，PS 功能的实现需要搭配一颗红外 LED (IR-LED)，所以就分成了两类，一类是分立式的，IRLED 另外配置，手机业者一般称为二合一，另外一类是制造商把 IRLED 与传感器封装在一个模组中，手机业者称为三合一。在三合一的设计上是略微牺牲了一些 ALS 入射角的性能的。

PS 功能原理是传感器控制 IR-LED 发射红外脉冲，然后传感器去感应自己发射并被反射回来的红外能量大小来判断外接物体的接近状态。所以传感器内部是有感应外界红外能量与计算自身发射反射回来的能量的机制。从结构上而言我们用二合一的器件来大致说明一下需要注意的几点，在设计上三合一是同样的，



从上图可见

红外光的传播途径有三条：三条不同粗细的红线按由粗到细为 1,2,3

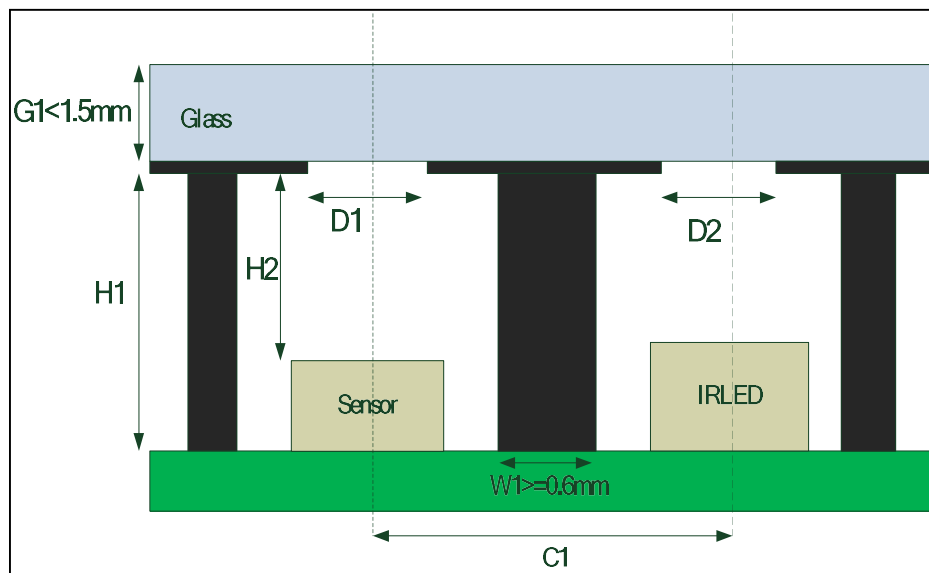
红线 1 为主路径,接近的侦测主要依靠 Sensor 侦测 IR-LED 发射的红外通过外界反射得到能量强度高来判断接近或远离。

红线 2 为串光路径,IR-LED 发射的红外通过 TP coating 面下表面和在 ITO 层或非致密的空气层的下界面多次反射,这时会有红外串入 Sensor 这个路径在设计中尽量消除

红线 3 同样为串光路径,IR-LED 发射的红外通过 TP coating 的上表面和玻璃上界面的多次反射串入 Sensor,不过这个路径不能缺少,因为当外界阻挡非常接近 TP 表面或零距离时, Sensor 能接受到的能量反而因为进入反射死区主路径 1 受到影响而变小,这个路径 3 会变成一个重要的辅助途径.这个路径在解决反射物低反射率零距离问题时是必须需要严格设计的。

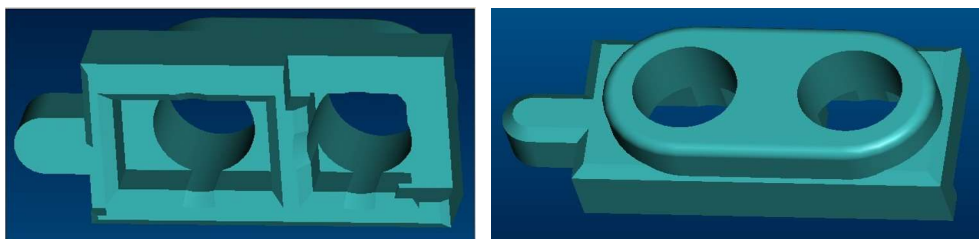
从以上分析可见,比较基本的设计原则就是将红线 2 的途径消除,保证红线 1 途径通畅.适当保留路径 3

这样就有了如下的结构设计



使用不透光的黑色泡棉或 Rubber 套（如下图 Rubber 套）做光路的隔离。

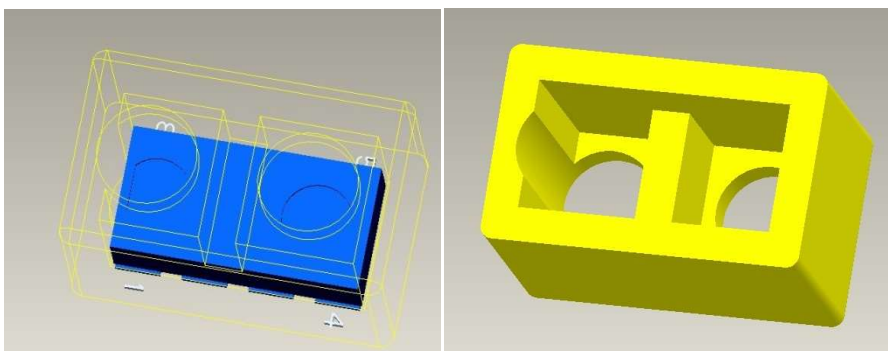
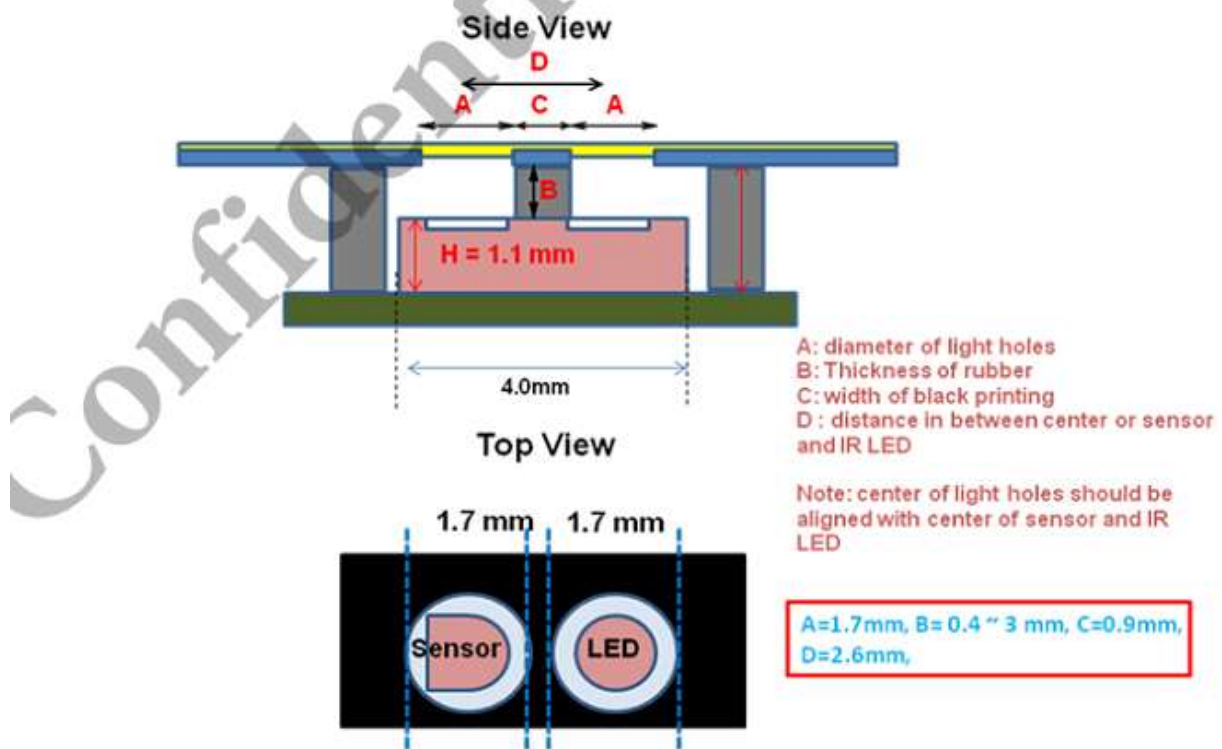
图上的各种尺寸按照 LENS 的厚度以及距离做相应的设计。



以上为二合一接近传感器的一个光学环境的分析。

而三合一的接近传感器主要是针对某些固定或特殊的应用场景独立开发的一个接近感应模组，以 Capella CM36686M30E 为例，主要就是为智能手机开发，如下图，模组已经把 Sensor 与 LED 封装在一起，模组上部开两个小孔，LED 发射孔与红外以及环境光的入射孔。

Mechanical Design Recommendation (with rubber)



这种应用一般制造商都会提供比较详尽而且严格规范的参考设计来保证功能的实现，主要是因为 LENS 的厚度是比较确定的，这样 LED 与 Sensor 的中心距确定下来了，可以做一个统一的模组来降低客户的使用成本。

对于三合一传感器制造商在设计建议上都有不加硅胶套的设计，但是我们还是建议加上硅胶套会更好的控制串光，

三合一器件由于孔间距固定，限定了一些使用场景，比如某些场合 LENS 厚度大于 1.5mm，这样的器件就很难使用，因为之前所提到到路径 3 就会变成一个单次反射路径，设备自身串光就很难控制，必须使用二合一器件拉开 LED 与 Sensor 的中心间距做设计。

下面提一下 LENS 的要求，由于接近传感器是通过红外感应的原理，所以另外根据 IRLED 是 850nm 的或者 950nm 需要附加一个条件

LENS 穿透率：

550nm 穿透率为>10%左右，一致性要求 $\pm 3\%$ -5%

850nm (950nm) 穿透率 >90%,一致性要求 $\pm 3\%$ -5%

另外近期在消费类电子领域有若干个器件的发展趋势。

1. 为了 ID 设计上为了美观开单孔，或者为了适应手机全面屏，针对手机市场出现了一些更小两孔间距（如 CM36686D）和更小模组体积的产品。
2. 有一些长距离的感应需求，比如教育 PAD 上感应 30cm 的需求。如 CM36781
3. 某些高端手机为了更好的使用 AMOLED 屏，会设计使用 RGB 传感器替代环境光感，这需要系统平台有调整显示白平衡的机制。较早的时候在高端 TV 已有使用。

陈巨帆 Joe Chen

上德科技（香港）有限公司/上海盈朴电子科技有限公司

上海市 闵行区 七莘路 1839 号财富 108 广场北楼 1003 室

广东省深圳市龙华新区布龙路与和平路交汇处，和平里花园一期 A 栋 1315 室

MP: 13818804556

E-mail: joe@archtech-elec.com.cn