

## 智能手机“一小时充电”充电管理方案

### 前沿

苹果 iPhone 的出现，让智能手机的概念走进了千家万户。随着智能手机的快速普及，消费者对于智能手机功能以及体验需求不断提升，使得智能手机厂家不断的追求硬件参数高配置。最为明显的就是 CPU 核数以及屏幕尺寸不断的变大，最近国产华为手机更是推出了 6.1 英寸，四核 1. GHz CPU 的 Mate 智能手机，把智能手机的硬件参数推到了另一个顶峰。但是这两个硬件参数的提升却严重的影响到了消费者对手机待机时间的需求。

年初，美国资讯公司 J.D. Power 发布了 2012 年智能手机用户满意度调查报告，调查结果也表明手机电池是智能手机的使用瓶颈。该调查还显示，手机电池的耗电量是决定客户是否对手机满意的最重要因素之一。一款简单的功能机，充满电后放上十天半个月不充电也是稀松平常的事。但是智能手机每天都得插上充电器，就像回到了有线电话时代，总有条“绳子”跟着你的手机。很遗憾锂电池技术突破远远没有跟上其它硬件的发展脚步，智能手机耗电激增更是将手机电池推向了绝对的瓶颈期。这种情况下，想要在电池端下工夫，只能增加电池体积以增大容量。目前主流手机电池容量多在 1000-2000mAh 之间，大尺寸的机器会出现配备 2500mAh 电池的手机，而华为的 mate 更是配了 4050mAh 的电池。

大容量电池必然带来长时间的充电时间，同时对智能手机的充电技术提出了更高的要求。本文主要对目前主流智能手机充电方案做个详细的介绍。

### 无源分立器件方案

分立器件充电方案主要是从功能机时代延续过来，如图 1 为 MTK 平台目前在功能机平台以及低端智能手机平台的主流充电方案。充电的控制全部靠主平台来控制，通过两路 ADC 检测引脚 ISENS/BATSNS 之间 0.2 欧姆电阻的电压差，内部的逻辑电路会设置流过 R1 电阻的电流来实现对电池充电电流大小的控制，而且还通过 7.5K 电阻以及 NMOS 管隔离 BB 或者 PMU 直接面对 VCHG 充电器输出的脉冲高压冲击，确保不会因为劣质适配器输出的高压烧坏主芯片。

分立器件充电方案的优势是成本足够便宜，劣势就是充电电流比较少，目前市面主流的设置是 500mA，而且充电的保护机制主要是靠平台自身的软硬件来实现。分立器件充电方案的优缺点都比较明显，但是在功能机时代，分立器件的优势得到极大发扬，而充电电流比较少的劣势在功能机时代并没有给消费者带来太差的体验感。正因为这样，分立器件充电这套方案成为了所有功能机平台的主流充电方案。

但是随着智能手机电池容量的不断增大，分立器件充电电流较少的劣势不断显现，因为成本的考虑，很多厂家想通过分立器件的方式来提升充电电流。但是分立器件由于散热的太差很难实现较大电流充电，图 2 是图 1 电路中大电流通路的三极管两种封装图，从早期的 SOT23-6 封装发展到为了支持更大电流充电的

DFN2X2-8 封装，但是分立器件自身的结构只能通过管脚对空气散热，限制了不管是哪种封装都没有办法取得很好的散热效果。类似的有源功率器件采用 DFN、QFN 封装，看中的是可以利用封装底部的散热盘，这个散热盘要有好的散热效果必须接主板的大地，而无源的分立器件没有办法利用到散热盘的这个有效散热功能。

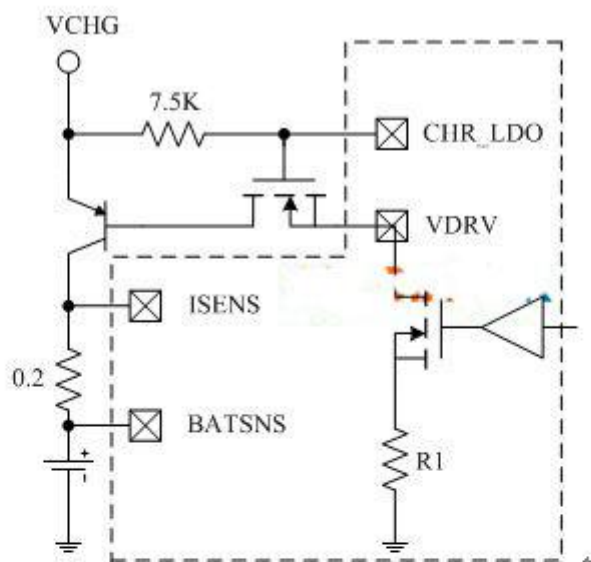


图 1 分立器件方案

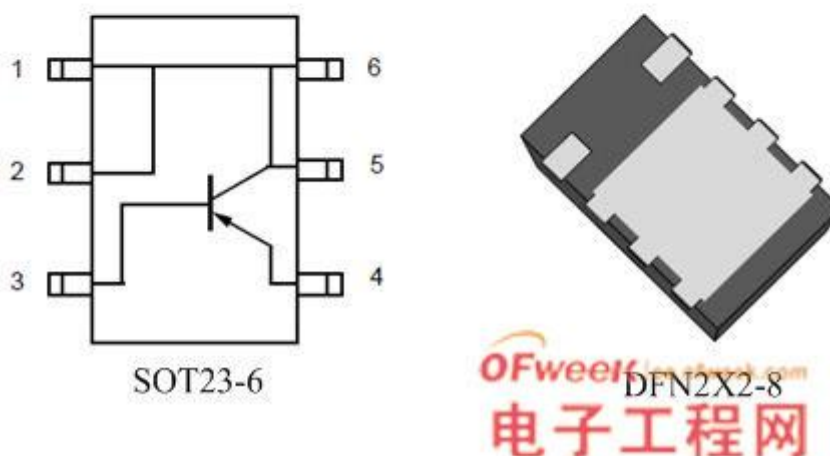


图 2 三极管的两种封装形式

### 有源线性充电方案

在手机平台还没有高度集成化的时候，有源线性充电是手机充电的主流方案，后来随着平台的不断集成化，BB 把充电的控制逻辑集成在自身的 PMU 里面，从散热方面考虑，把需要过大电流的管子放置在外面，从而延伸出了分立器件的充

电方案。随着智能手机的不断普及，电池容量的不断增大，对充电电流的要求不断提升。上文描述的分立器件充电电流小、散热差的问题越来越严重，线性充电的集成方案有开始陆续被一些更注重品质的厂家采用。

有源线性充电的优势是：1、芯片集成较多的充电保护机制，这种保护机制随着充电电流的不断增大，越来越被工程师所关注，毕竟充电模块会涉及到手机可靠性方面；2、散热较好，有源的充电 IC 一般会采用带散热盘的 DFN/QFN 等封装，芯片内部的地会通过封装的散热盘接到主板的大地，非常有利于主板的散热，不会出现手机主板某个局部区域温度过高的情况。劣势是：1、成本要比无源的分立器件方案高；2、充电电流最大支持到 1A, 电流再大，效率低导致的散热问题也会明显显现。

如图 3、图 4 为推出的 AW3210 支持 MTK、展讯智能手机平台 1A 充电的高性价比充电方案。AW3210 除了线性充电常规的保护机制例如 OVP、OCP、软启动保护外，还专门针对大电流充电开发的具有专利技术的 K-charger, K-charger 专利技术可以自动根据芯片的温度来调整充电电流的大小，避免因为使用中由于误操作影响充电的可靠性。图 5 为 K-charger 技术充电电流随之芯片温度变化的曲线示意图。

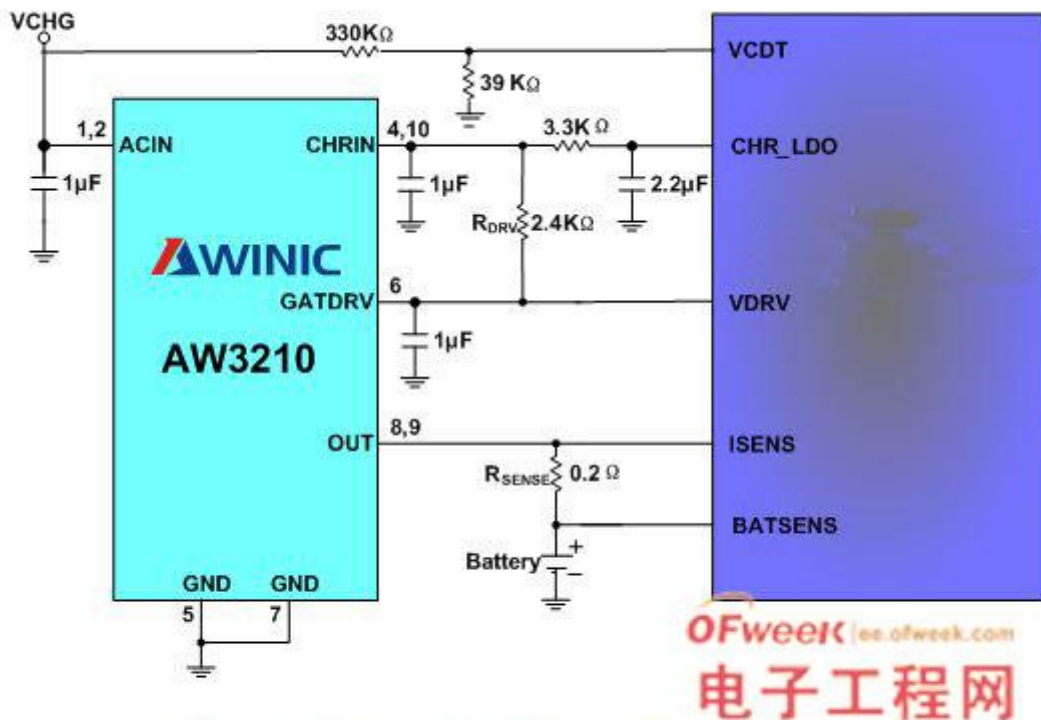


图 3、AW3210 支持 MTK 智能手机平台充电方案

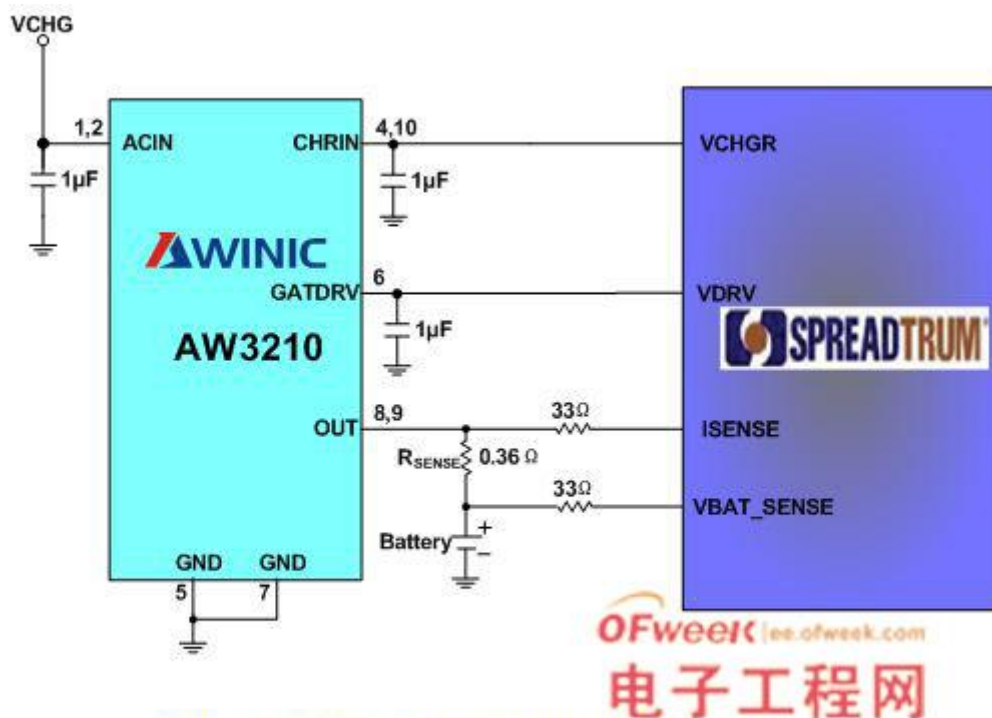


图 4、AW3210 支持展讯智能手机平台充电方案

## 开关充电方案

前面两种充电方式主要还是功能机以及低端智能手机的充电方式，文章的开头也介绍到智能手机的飞速发展，2013年的智能手机已经升级到4核（甚至8核）、5寸/6寸的硬件规格，电池容量升级到了2000mAh甚至到4000mAh以上的配置，过长的充电时间已经严重的威胁到消费者的体验。所以从去年年底开始，主流的平台厂家纷纷推出更大电流更高效率的充电方案，四核平台MT6589参考设计就正式开关充电方案作为四核平台充电的标准方案。

开关充电方案相对于线性充电方案最大的优势就是效率更高、发热更小。推出的支持1.5A的开关充电AW3215最高的效率能够达到88%左右，而线性充电的方案效率也就只能在70%左右。充电电流的不断提升，效率差别导致的发热就越来越突出。下表为某手机发烧网站专门发布的针对目前市面上主流手机做的发热测试，能够看到充电对手机的发热能够列入手机发热源的前三。

图6是针对高端智能手机平台推出的支持1.5A充电电流AW3215的典型应用，考虑到国内很多手机设计公司做的共板项目，同一个PCBA对应很多不同类型的机器，AW3215内置智能识别适配器输出能力的功能，工程师只需要出厂前设置最大充电电流即可，无需还需要根据不同的适配器设置充电电流。AW3215通过实时监测VBUS上的电压，智能调节充电电流，使得同样的一个硬件设置可以匹配市面任意的适配器，给PCBA厂家统一BOM提供了极大的方便。适配器智能检测功能能够最大程度地提高充电电流，也可以确保充电过程速度最快、安全性最高。

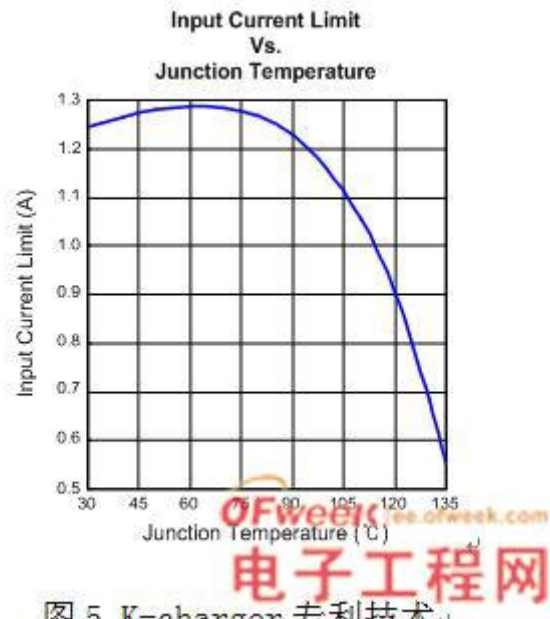


图 5 K-charger 专利技术

三星 note2 在界面提示充电结束后观察到的适配器输出电流情况	
界面提示充电结束	适配器上有 200mA 左右的电流输出
10 分钟后	适配器上有 190mA 左右的电流输出
20 分钟后	适配器上有 167mA 左右的电流输出
30 分钟后	适配器上有 141mA 左右的电流输出
40 分钟后	适配器上有 117mA 左右的电流输出

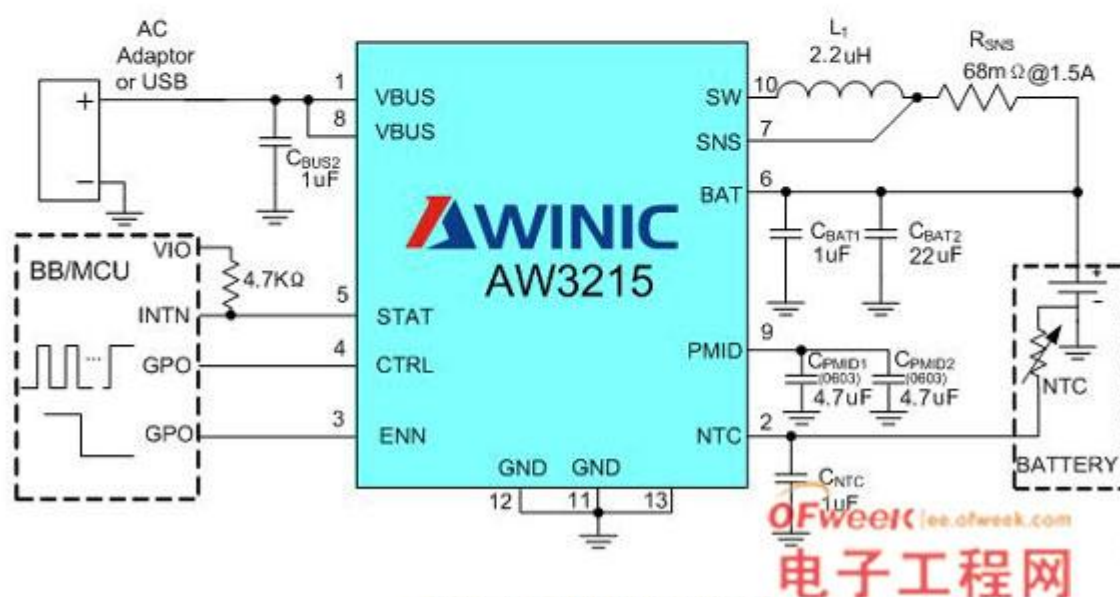


图 6 AW3215 的典型应用

同时 AW3215 还提出了让智能手机“一小时充好电”的口号，内置 S-charger 的功能，工程师可以通过脉冲控制 AW3215 的 CTRL 引脚来设置充电恒压截止的判断阈值。早期经典充电截至判断标准是当恒压阶段充电电流降低到恒流电流的 10%，则充电完成。AW3215 可以让用户通过软件设置恒压充电截至的判断阈值，可以调整为 90%~10%，当充电达到软件设置的阈值后，芯片会发中断提示系统充电以完成，但是只要这个时候适配器没有被用户拔掉，AW3215 还会继续对电池充电，直到充电电流降低到恒流的 10%才关断充电通路。

笔者曾对三星 note2 做过充电实验，记录了 note2 在手机界面提示充电结束后，再在关机屏灭充电的情况下监控适配器的输出电流(适配器用电源来代替)，下表记录了 note2 整个的充电情况。很多人很奇怪 note2 这种充电的设置，众所周知，3.7V 的锂电池当电池电压超过 4.0V 以上，电池的能量只有 20%左右，但是就是这个 20%不到的能量可能会占这种大电流充电时间的一半左右，所以在不影响电池应用以及寿命的情况下，很多国际大厂类似三星、苹果纷纷在显示界面上做文章，让消费者不会因为电池容量过大抱怨充电时间过长，而且这种方案在

---

消费者允许手机长时间充电的情况下，电池一样能够被充满。ipad2 这种现象也曾经被发烧友测试出来，苹果公司还专门发通知告知用户不会对电池有任何的损坏。AW3215 的 S-charger 功能就可以帮助手机设计工程师实现这种功能。

## 总结

总的来说，随着智能手机的不断发展，手机的充电技术也必将不断的进步。本文中列举的三种充电方案各有优缺点，需要手机设计工程师根据自身的项目情况来选择。笔者在此也根据三种充电方案给出自己的建议：

一、无源分立器件：功能机以及单核超低端智能手机的首选，毕竟成本才是第一位，而且 CPU 以及小尺寸的屏幕耗电还处于相对较低，手机的电池容量也不会太大。

二、有源线性充电：单核高端机以及双核低端机的首选，有源线性充电方案应该算是三种充电方案中在性能以及价格比较折中的方案，也符合这些手机的市场定位。

三、开关充电方案：高端智能手机的首选，这些手机首选考虑的应该是整机的效果以及消费者的体验感，成本应该放在第二位。开关充电的高效率、低发热量会是这些机器的首选方案。