

快充技术&芯片详解 十分钟让你的手机满血复活 - 全文

【导读】 快充技术全面来袭！你了解市面上的这些手机用的快充技术原理吗？你知道有哪些电池管理芯片的使用让你的手机十分钟满血复活吗？今天跟小编一起，了解一下这些快充技术和芯片吧。

快充技术

悉数市面上的产品，快充技术大致有四种，即高通的 QuickCharge 版（如 QC2.0、QC3.0），联发科版（Pump Express 和 Pump Express plus）、OPPO 的 VOOC 技术以及兼容 QC2.0 协议和海思快充协议华为快充技术。也有人说快充技术是 5 种、6 种、甚至 7 种，但在目前也就上面这四种，是在原有 USB 5V 充电技术上有所突破的技术。

常规 USB 5V 充电技术的瓶颈，充电环路示意图如图-1，充电环路阻抗约 0.32Ω ，那对于 4.2V 和 4.35V 电池最大充电电流有以下公式： $(5-4.2)/0.32=2.5A$ （5V input source, Battery CV=4.2V） $(5-4.35)/0.32=2.03A$ 。（5V input source, Battery CV=4.35V）

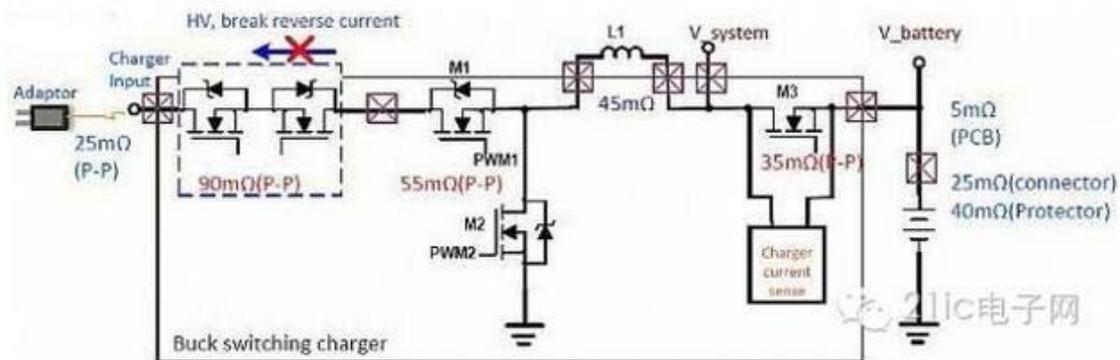


图-1

因此，手机的常规充电方式，无法再提高充电电流，不能满足现在手机电池越来越大后，对大充电电流的要求。

一、高通 QC 版快充技术这是一个市面上采用较多的快充技术，小米 4C，小米 note，三星等主流品牌均在采用此充电技术。这与目前高端智能手机所采用的平台有相当关系。另外，这种技术相对简单，实现起来相对容易，成本提升不明显，市场较容易接受。高通 QC 充电技术有两个版本，分别是 QC2.0 和 QC3.0，现在 QC3.0 的手机还很少，普遍还是 QC2.0。



图-2

快充技术的原理，通过 USB 端口的 D+ 与 D- 的不同电压给合，来向充电器申请相应的输出电压供手机充电。QC2.0 并不是简单的 D+ 与 D- 的组合就可以让充电器输出所需的电压，而是还有一些协议在里面，需要先发送握手信号，比如 1.5s 的握手电压组合，才能进行下一步的输出，否则，直接按图-4 将 D+ 与 D- 电平设置好是不会改变充电器的输出电压的，这也是为了更好的保护非 QC2.0 技术的手机，不会因为误触发了充电器的升压机制而烧毁手机，图 3 是 QC2.0 充电器原理图的调压部分。

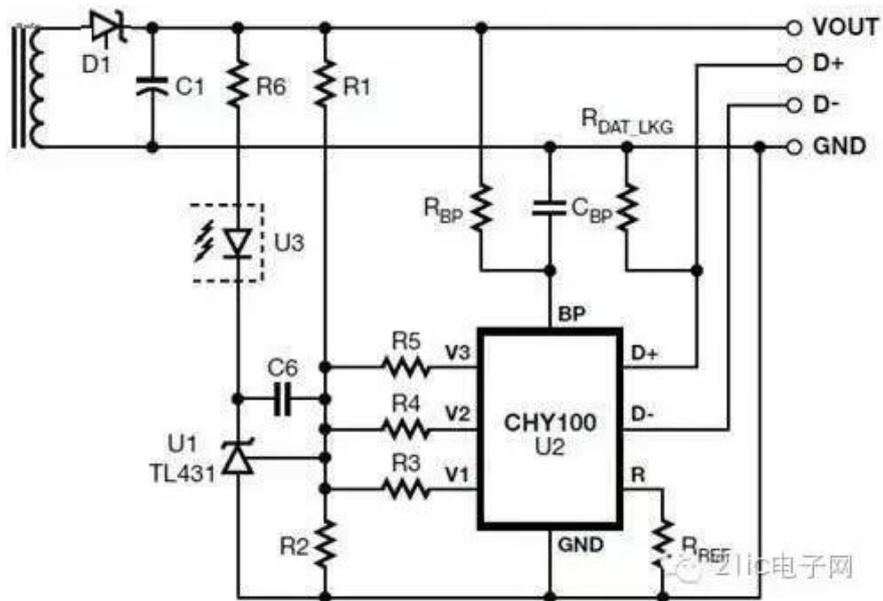


图-3

Portable Device		HVDCP
D+	D-	Adapter Voltage
0.6 V	0.6 V	12 V
3.3 V	0.6 V	9 V
3.3 V	3.3 V	20 V
0.6 V	3.3 V	Reserved
0.6 V	GND	5 V

图-4

高通 QC2.0 握手协议:

快充的充电器与手机通过 micro USB 接口中间两线 (D+D-) 上加载电压来进行通讯, 调节 QC2.0 的输出电压。握手过程如下: 当将充电器端通过数据线连到手机上时, 充电器默认通过 MOS 让 D+D-短接, 手机端检测到充电器类型为 DCP (专用充电端口模式)。此时输出电压为 5v, 手机正常充电。若手机支持 QC2.0 快速充电协议, 则 Android 用户空间的 HVDCP 进程将会启动, 开始在 D+上加载 0.325V 的电压。当这个电压维持 1.5s 后, 充电器将断开 D+和 D-的短接, D-上的电压将会下降; 手机端检测到 D-上的电压下降后, HVDCP 获取手机预设的充电器电压值, 比如 9V, 则设置 D+上的电压为 3.3V, D-上的电压为 0.6V, 充电器输出 9v 电压。

快充技术的优点是, 很好地解决常规手机充电电流的限制, 由于充电器输出电压的提高, 手机充电电路的阻抗限制的充电电流的问题得到了很好地解决, 缺点是, 效率仍不是很高, 在手机端发热量还比较大。

随着高通 QC3.0 的发布, 很好的弥补了 QC2.0 效率偏低的问题。

充电速度是传统充电方式的四倍, 是 Quick Charge 1.0 的两倍, 比 Quick Charge 2.0 充电效率高 38%。Quick Charge 3.0 采用最佳电压智能协商 (INOV) 算法, 可以根据掌上终端确定需要的功率, 在任意时刻实现最佳功率传输, 同时实现效率最大化。另外, 其电压选项范围更宽, 移动终端可动态调整到其支持的最佳电压水平。具体来说, Quick Charge 3.0 支持更细化的电压选择: 以 200mV 增量为一档, 提供从 3.6V 到 20V 电压的灵活选择。这样, 你的手机可以从数十种功率水平中选择最适合的一档。

二、联发科 Pump Express 快充技术与高通 QC2.0 虽在实现方式上有所不同, 却有异曲同工之妙。高通 QC2.0 是通过 USB 端口的 D+和 D-来个信号实现调压, 而联发科的 Pump Express 快充技术, 是通过 USB 端口的 VBUS 来向充电器通讯并申请相应的输出电压的。QC2.0 是通过配置 D+和 D-电压的方式来通讯, Pump Express 是通过 VBUS 上的电流脉冲来通讯, 但最终的目的是提升充电器的电压到 5V, 7V, 9V。

快充技术的 VBUS 电流与 VBUS 电压波形如图-5:

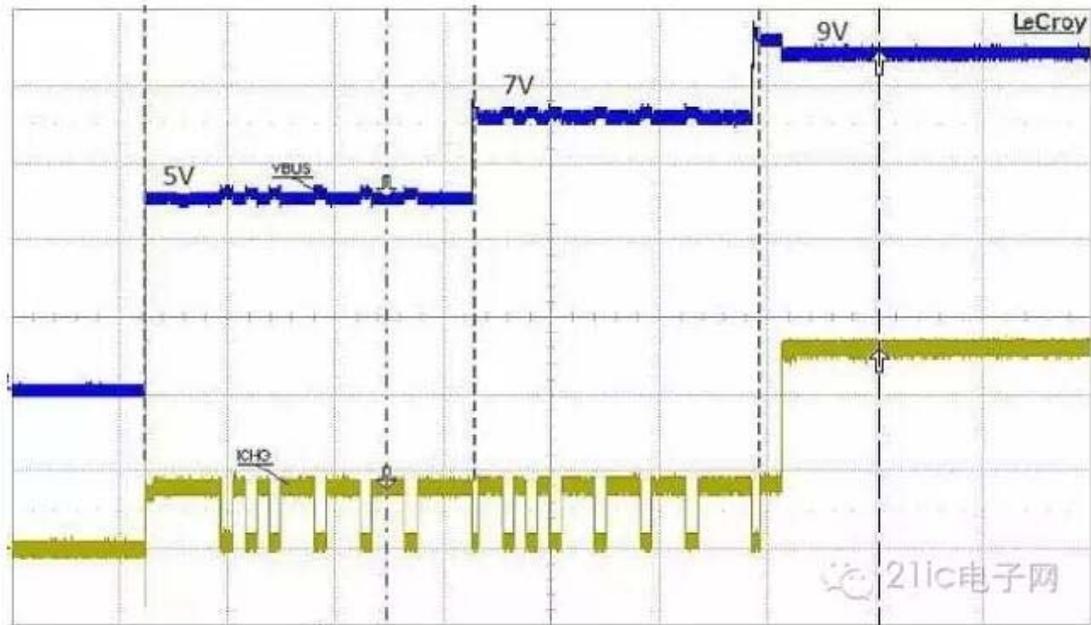


图-5

快充技术充电器原理图，及原理简介

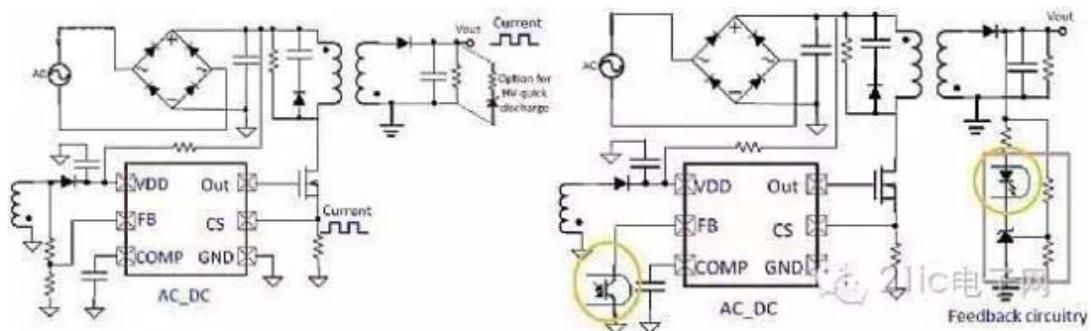


图-6

快充技术的优点，与QC2.0相似，由于提高了充电器的输出电压，解决了充电电流的限制。同时缺点也与QC2.0类似，由于充电器的调压档跨度比较大，带来手机端充电效率偏低。于是，MTK Pump Express Plus 快充技术随之诞生，Pump Express Plus 技术与高通QC3.0类似，增加了调压档数，每档200mV。手机可以根据电池当前电压以及充电环路衰减，向充电器申请合适的电压，以达到电效率的最大化，以进一步降低手机在充电过程中的发热量。

三、OPPO VOOC 快充技术

称自己研发的快充技术为“VOOC 快充技术”，也是最神秘的快充技术，目前只有OPPO的几款产品在用，即Find 7和N3等，由于OPPO对此技术有专利限制，其它手机厂商只能叹为观止，且成本相对较高，充电器体积较大，便携方面没有其它快充技术的好。

OPPO的VOOC快充技术与传统充电最大的区别在于，创新性的将充电控制电路移植到了适配器端，也就是将最大的发热源移植到了适配器。这样控制电路在适配器，而被充电的电池在手机端，充电时手机发热得以很好的解决。为了

更好的对充电流程进行控制（比如控制电路需要实时监测电池电压、温度等），OPPO 特别在适配器端加入了智能控制芯片 MCU，适配器端实现了充电控制电路，智能控制充电的整个流程。

闪充技术的官方宣传图片：



图-7

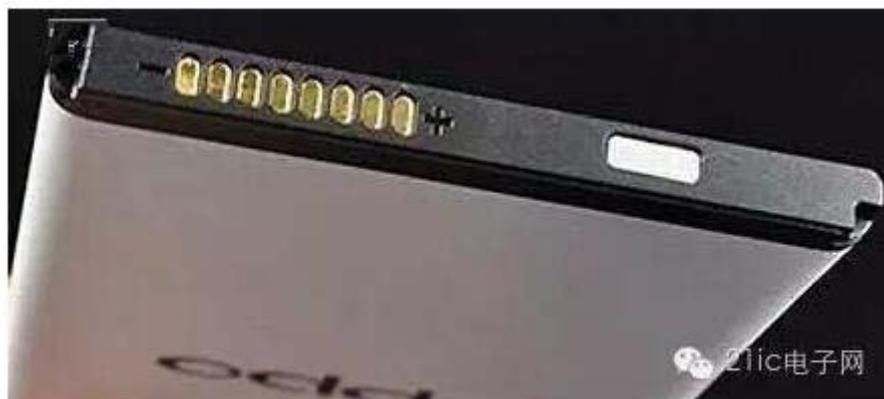


图-8 8个触点的电池



图-9 大个头的充电器

四、兼容 QC2.0 协议和海思快充协议华为快充技术



最近，荣耀发布了 10000mAh 快充移动电源。这款电源可以在 3.5 小时内完成 100% 的充电量，半小时内即可给荣耀 7 充电 50%。大体配置如下：高密度 聚合物电芯、支持 18W (MAX) 双向快充、兼容海思 FCP 及其他主流快充协议、支持

Type-C 或 USB 输出。相关评测证明，该款电源可以为华为 P9 充电 2.3 次、为荣耀 V8 充电 1.9 次，为三星 S7 充电 2.3 次，可为 iPhone6S 充电 4 次。从双向充电性能及相关数据来看，这款产品应该算是国内移动电源市场的旗舰级产品了。



华为实验室数据现实，华为快充移动电源充满时间为 3.5 小时，比普通的 5V2A 快充电源节约 2.5 小时。之所以能够达到整个数据，是因为该电源支持 9V2A 高达 18W 的快充功率，同时支持 Type C 输入，使得其充电速度比普通快充电源提供将近 1 倍。这就有效化解工作生活中频频遇到的充电速度过慢、充电速度赶不上手机用电速度、长时间充电电流不够用等尴尬问题。

总体而言，荣耀这款快充移动电源在实现 9V2A 双向快充的同时，更支持海思、高通 QC2.0、MTK 多种快充协议。在独家支持荣耀 7、荣耀 V8、华为 Mate8、P9 等支持海思快充协议的华为/荣耀手机挚爱，还兼容高通 QC2.0、MTK 等快充协议，几乎可以满足市面上所有主流快充手机要求。

快充芯片

现市面上使用的电池管理芯片，主要是 TI（德州仪器）和 Fairchild（仙童半导体）的产品。另外还有 Dialog 半导体公司 Qualcomm Quick Charge 3.0（QC3.0）芯片组、PI 高通 QC3.0 识别协议芯片 CHY103D，汉能也推出一款适用于智能手机的快充芯片 HE41201。

一、TI（德州仪器）BQ25895 TI 比较有代表性的方案有 BQ25895，它的 maxcharge 技术是将高通 QC2.0 和联发科的 Pump Express，以及 TI 自身的高性能充电管理做了一次整合，其最大充电电流可达 5A，最大输入电压 14V，可以很好地支持 QC2.0 和 Pump Express 标准的充电器。我们对 TI 提供的 BQ25890 demo 板实测，在 4A 充电时，芯片温度达 55 度左右（在环境温度 25 度下测试），差不多有 30 度的温升，这如果放在手机内部，将会是一个重要的热源。

TI 的 maxcharge 充电芯片的简易原理图，

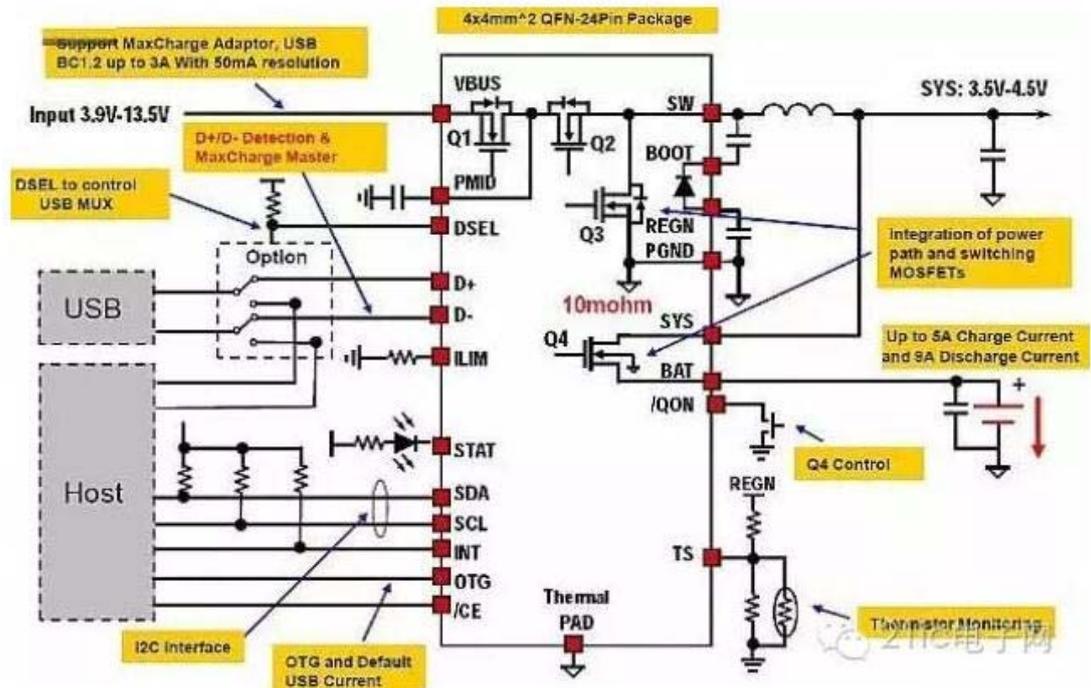


图-10 TI的maxcharge充电芯片的简易原理图

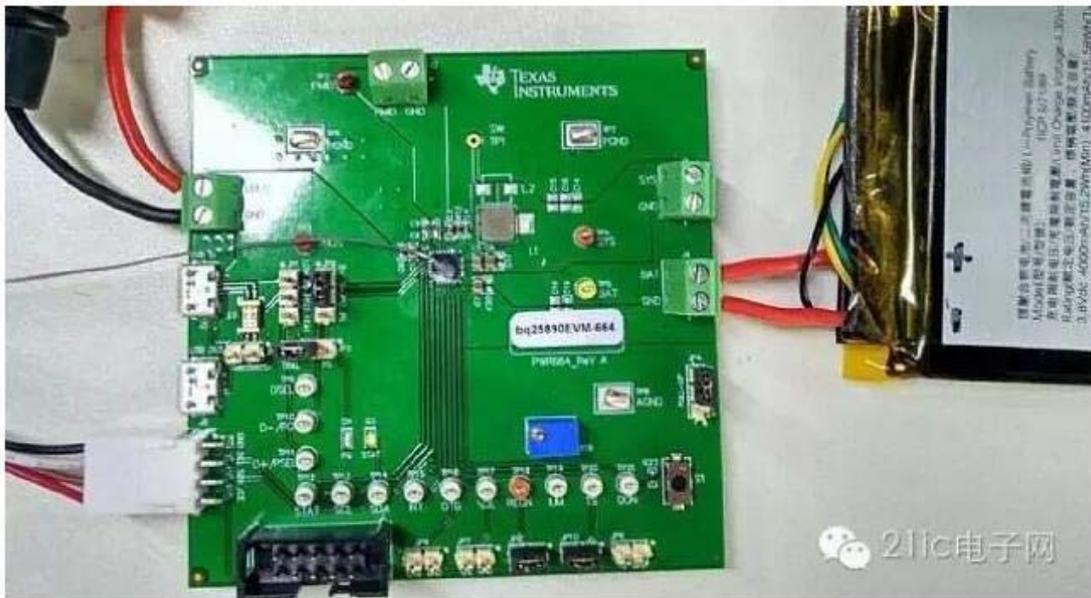


图-11 BQ25890 Demo板实测

TI的maxcharge充电技术的优点,由于同时兼容高通QC2.0和联发科Pump Express技术,因此也就同时具备了QC2.0和联发科Pump Express的优化点。它缺点也和高通与联发科一样,整体的效率还不是很高,因此发热量较大。

鉴于手机充电部分的发热问题,短时间QC3.0和Pump Express plus还未普及,那么我们是否还有其它方案来减小手机充电发热量呢?答案是肯定的。我们用两颗充电芯片同时对一颗电池进行充电,可以减少单独充电芯片的发热量。图-12是双充电芯片原理图,图-13是BQ25890+BQ25896双Demo实测,设置两颗充电芯片的充电电流都为2A,总共4A对电池充电,充电30分钟后,测到两个芯片的温度分别为42度和40度,室温为25度,芯片温升分别为17度和15度,比单芯片充电方案的温升降低了一半。因此,双充电芯片方案对提高充电效率,减少手机充电发热方面具有很大的优势。



图-13 BQ25890+BQ25896双Demo充电实测

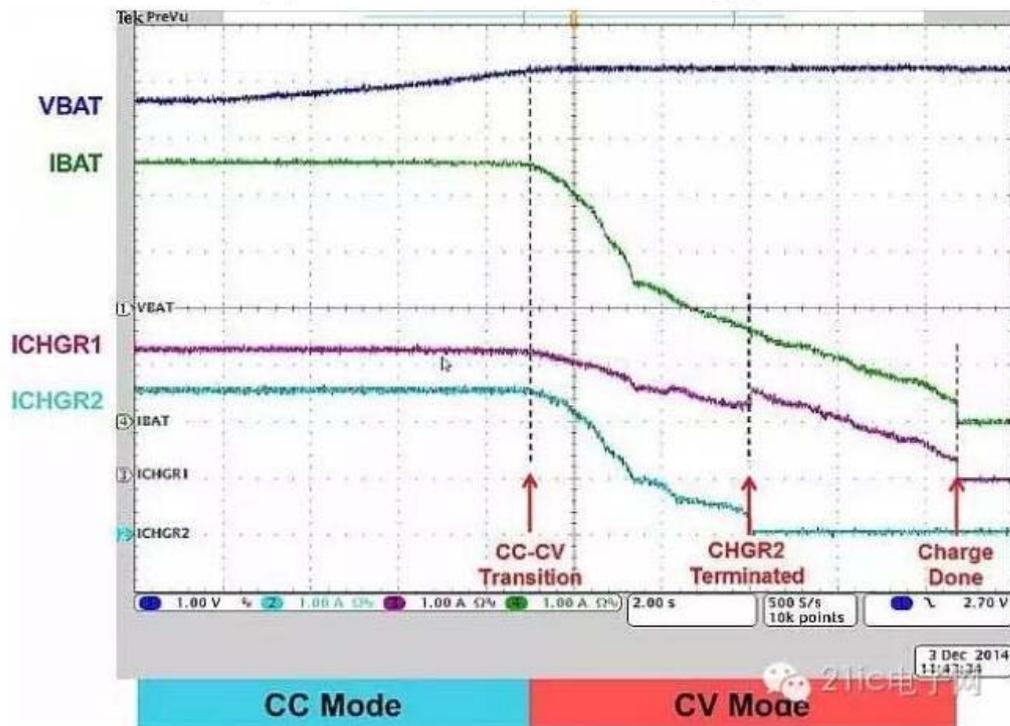


图-14 充电过程曲线

二、Fairchild FAN501A 与 FAN6100Q

伴随业界充电通讯协议 QC2.0 问世, Fairchild 也提供了最新的 FAN501A 与 FAN6100Q, 快充配套方案, 符合 Qualcomm 制定的 QC2.0 充电标准, 以搭配高阶手机运用。该方案适用平板电脑与智能手机, 符合 QC2.0 快充标准, 提升 40% 充电速度, 具有高效率, 平均效率 >85%。而且具有高功率密度, 变压器小型化。

其线路图及方案方块图如下:

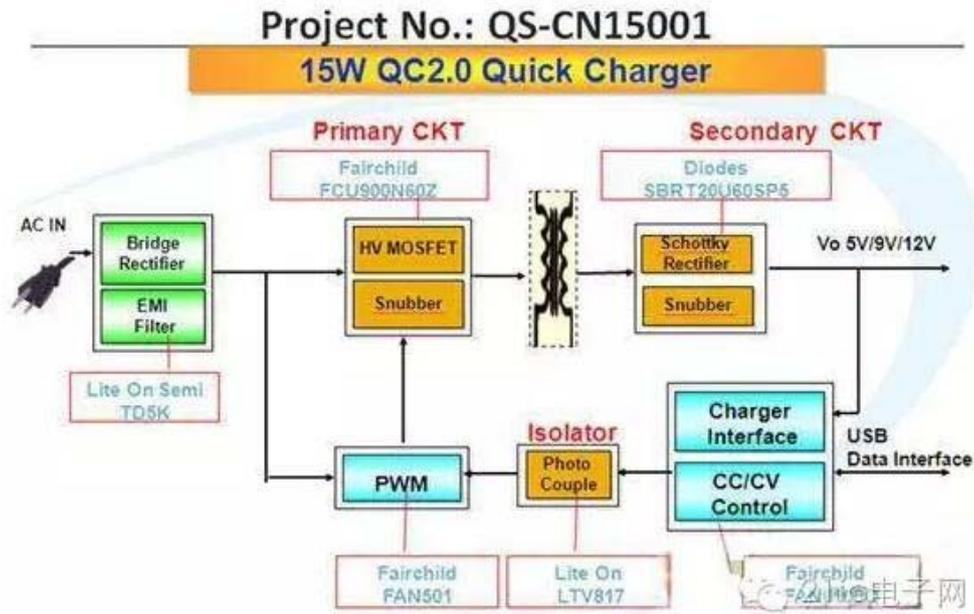
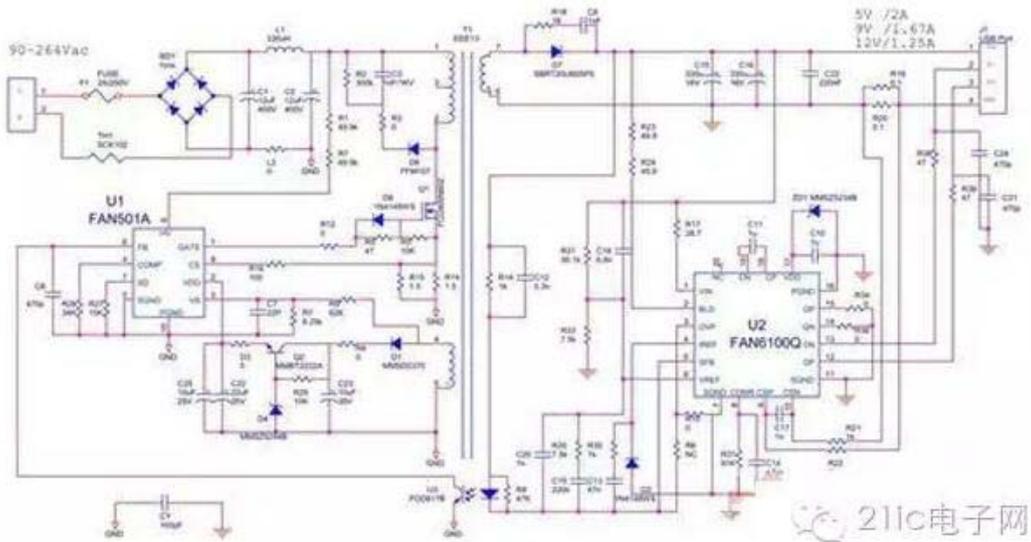


图-15 线路图及方案方块图

三、Dialog 半导体公司 QC3.0 芯片组 Dialog 半导体公司近期宣布, 其 Qualcomm Quick Charge 3.0 (QC3.0) 芯片组现已开始量产。该芯片组的独特之处在于提供恒定的功率分布图 (power profile), 以便于配置。该芯片组与 QC2.0

芯片组引脚兼容，有助于简化升级，并将继续扩大 Dialog 在快速充电市场上的领先地位，目前 Dialog 在该市场占据的份额估计为 70%。



图-16

图-16 该芯片组合了 iW1782 一次侧 AC/DC 控制器与 iW636 二次侧控制器，为 3A USB-C 充电提供恒定的功率分布图，这优化了变压器设计，并将充电时间降到最低。用于 AC/DC 移动电源适配器的 Dialog iW1782 PrimAccurate™ 一次侧数字脉冲宽度调制（PWM）控制器，通过数字通信链路耦合至二次侧 iW636 Rapid Charge™ 接口芯片。它通过光耦接受来自 iW636 的所有命令，而且芯片组具有快速、动态的负载响应。根据移动设备需要的电压，适配器可配置为从 3.6V 至 12V（200mV 增量）的多级输出，且该解决方案可与 QC2.0 和 USB BC1.2 充电要求反向兼容。

新芯片组提供双层线缆保护，无需额外元件。在一次侧，iW1782 采用 Dialog 的 SmartDefender™ 先进打嗝技术，可防止由于脏污或受损充电端口、磨损的 USB 线和连接器造成短路而导致移动设备受到热损害。这是通过将输出给短路电路的平均功率减少多达 75%（无闭锁）而实现的。在二次侧，Dialog 的 D+/D- 过压保护可应对总线电压软短路。这些保护功能带来更安全、更可靠快速充电，并可避免过热。空载功耗在 5V/2A 输出条件下小于 10mW。

iW673 是用于反激式转换器的同步整流器控制器，可模拟转换器二次侧上的二极管整流器，以降低导通损耗。iW673 采用小尺寸 6 引脚 SOT23 封装，有助于实现更小的印刷电路板（PCB）适配器设计。Dialog 的专有数字式自适应关断控制器技术还可将死区时间降到最低，并消除了传统同步整流器需要的并联肖特基二极管。该控制器的空载电流消耗仅 4mW。

四、Power Integrations CHY103D Power Integrations 宣布推出的 ChiPhy 充电器接口 IC 产品系列的最新器件 CHY103D，是首款兼容 Qualcomm Inc. 旗下子公司 Qualcomm Technologies, Inc. 所开发的 QuickCharge (QC) 3.0 协议的离线式 AC-DC 充电器 IC。

与 Power Integrations 的 InnoSwitch AC-DC 开关 IC 一起使用，CHY103D 器件可提供支持 QC3.0 所需的所有功能。QC3.0 协议与 CHY103D 器件的完美结合可极大降低智能移动设备在快速充电过程中所产生的损耗。这一特点允许系统设计工程师选择提高手机的充电速度或是降低手机在充电过程中的触摸温度，并且提高充电过程的效率。

该 IC 能够使电压以 200mV 的增量发生变化，而不是当前许多快速充电设计中所采用的更大阶跃（例如，从 5V 到 9 或 12V），因此可提高充电效率并降低热耗散。此项技术能够让移动设备优化离线式充电器的供电电压，从而最大程度地降低手机内部充电管理系统中的功耗。



图-17

CHY103D 具有丰富的保护功能，包括可防止输出超过设定输出电压的 120% 的自适应输出过压保护 (AOVP)、可检测局部短路并停止功率输出以防止 电缆和连接器过热的输出软短路保护 (OSSP) 以及可在检测到故障的情况下使受电设备远程关断适配器的远程关断保护 (RESP)。

CHY103D 器件自身在 5V 输出时的功耗还不到 1mW；当与高效率的 Inno Switch 器件结合使用时，这种低功耗可帮助设计师满足严格的充电器效率要求，例如，即将实施的美国外部电源联邦标准的修订版。

CHY103D 器件适用于平板电脑、智能手机、Bluetooth 附件以及 USB 功率输出端口等移动设备的电池充电器。同时，它还与 Quick Charge 2.0 产品兼容。

五、汉能 HE41201

汉能科技股份有限公司推出的一款适用于智能手机的快充芯片，其性能比 TI（德州仪器）、Fairchild（仙童半导体）的产品更具优势和性价比。那么这款芯片究竟有何过人之处呢？我们通过比较来看看这款芯片的特点：

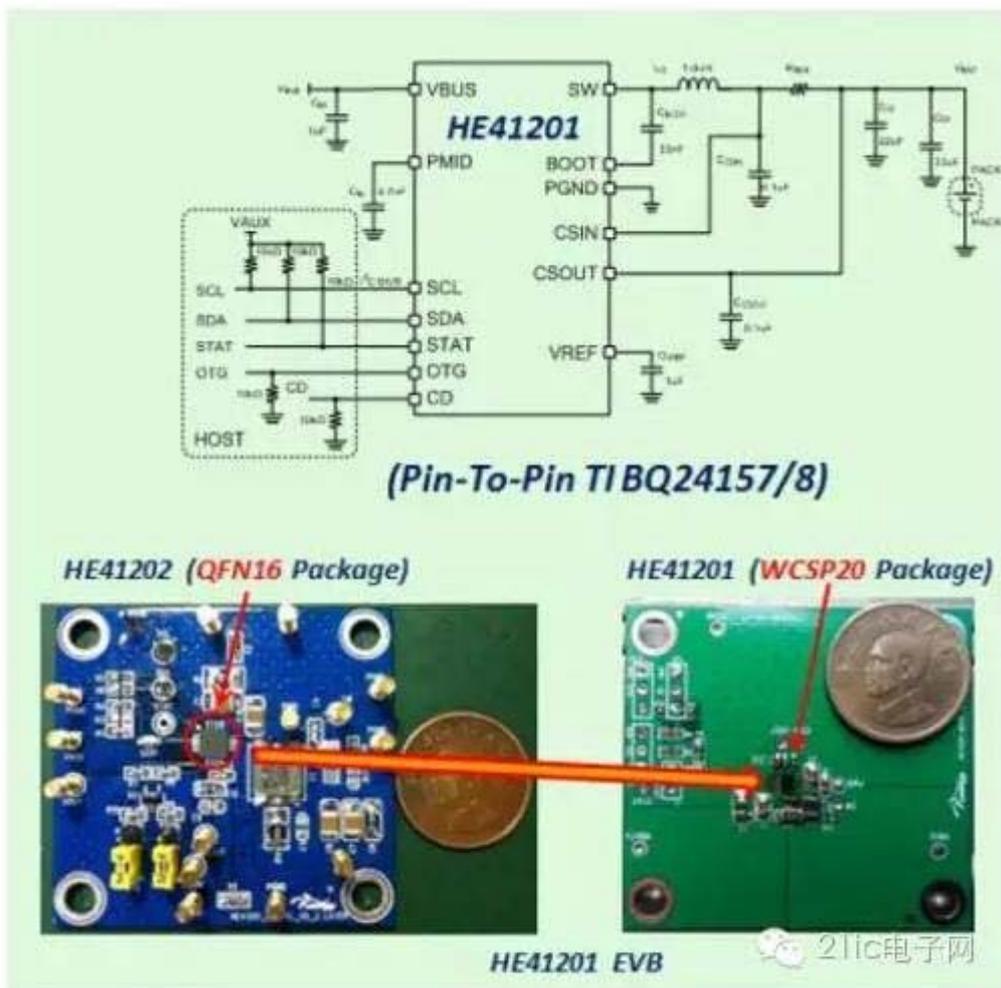


图-16 汉能HE41201

从上图我们可以得之，汉能科技主推的这款快充芯片的型号叫 HE41201，采用 WCSP20 的封装格式，与 TI 主推的 BQ24157/8 是 PIN 对 PIN 的产品。且该款电池管理芯片也是开关式的电源方案。与线性的电源方案比，开关式的电源方案转换效率更高，发热更小。

我们将这款快充芯片与同类产品 TI 的 BQ24157/8、Fairchild 的 5401X 进行了对比，列表如下：

	型号	充电电流	充电效率 (@1A)	输出电流	涓流
TI	BQ24157/158	1.5A	89.7%	200mA	200mA
Fairchild	5401X	1.4A	88.8%	500mA	500mA
Hanergy Tech.	HE41201	2A	93%	500mA	500mA
	HE41203	2.5A	93%	500mA	500mA

图-17 快充芯片性能对比图

从这个对比表，我们可以看出这款 IC 的充电电流可达 2A，比 TI 的最大充电电流 1.5A 超出 33%，比 Fairchild 的最大充电电流 1.4A 超出 42.8%。因电池一般是恒压充电，所以对同等容量的电池充电，这款快充 IC 分别要快 33%和 42.8%。

同样，在涓流充电阶段，汉能的 HE41201 是 0.5A，而 TI 的则只有 0.2A。而汉能还有款升级的 HE41203，其最大的充电电流更是可达 2.5A。

评价一款电源的好坏的一个重要指标就是转换率，汉能的 HE41201 转换率达 93%，而 TI 的 BQ24157 只是 89.7%，Fairchild 的 5401X 则只有 88.8%。有图有真相，以下是这几款 IC 转换率的曲线图：

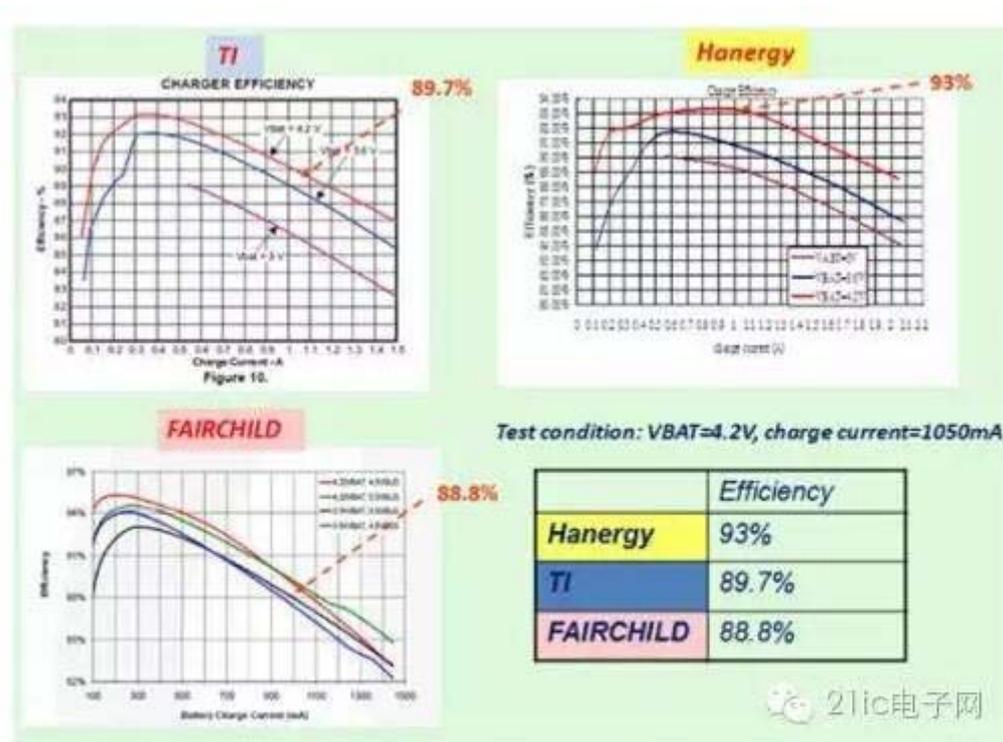


图-18 IC转换率的曲线图

除了这些快充技术和芯片之外，还包括 Apple 20V 快充技术、USB3.1 PD 充电规范等。快充已经完全适应现在人们的需求，相信在以后快充技术会越来越成熟，给我们带来极大的便利。