
修改记录

更新日期	更新类型	更新人	更新内容
2015-2-6	A	Echo	新建文档
2015-2-7	A	Echo	完成文档

注:

M-->修改

A -->添加

如发现错误或者建议, 请联系 echo.xjtu@gmail.com

<http://weibo.com/etho>

MiniDSO-DS202 迷你示波器电源测试

DS202 迷你示波器内置了锂电池，方便测量，本文主要对其电源管理及充电过程等进行分析测试。

1 主要电源网络

本节主要描述 DS202 迷你示波器 PCB 上的电源网络。

1.1 3V6

实际与电池直接连接，测试该网络电压与电池电压相同。LCD 背光芯片，蜂鸣器，电源管理芯片 AXP192 都连接该电源网络。

1.2 3V

由电源管理芯片 AXP192 第一组 DCDC 输出，实测电压约 3V（软件可调）。为液晶模组，MCU，FLASH 等供电。

1.3 +V

由电源管理芯片 AXP192 第三组 LDO 输出，实测电压 3V（软件可调）。主要给运算放大器 OPA2354，模拟开关 HC4053 提供正电源轨。

1.4 -V

由 3V 电源网络经过电荷泵 TPS60403 转化而来，实测电压-3V，电压幅值由输入电压决定。主要给运算放大器 OPA2354，模拟开关 HC4053 提供负电源轨。

1.5 Vm

经过 100uH 电感连接到 3V 电源网络，为触控芯片 HC640 提供电源。

2 电源管理相关芯片

2.1 AXP192

AXP192 提供了锂电池充放电管理，3 路可调 DCDC 输出，4 路可调 LDO 输出，集成电源管理各种保护以及与 MCU 接口电路。

本文充电分析主要针对该芯片。以下内容节选自 AXP192 数据手册：

AXP192 是高度集成的电源系统管理芯片，针对单芯锂电池(锂离子或锂聚合物)且需要多路电源转换输出的应用，提供简单易用而又可以灵活配置的完整电源解决方案，充分满足目前日益复杂的应用处理器系统对于电源相对复杂而精确控制的要求。

AXP192 内部集成了一个自适应的 USB-Compatible 的充电器，3 路降压转换器(Buck DC-DC converter)，4 路线性稳压器(LDO)，电压/电流/温度监视等多路 12-Bit ADC。为保证电源系统安全稳定，AXP192 还整合了过/欠压(OVP/UVP)、过温(OTP)、过流(OCF)等保护电路。

AXP192 的智慧电能平衡(Intelligent Power Select, IPS™)电路可以在 USB 以及外部交流适配器、锂电池和应用系统负载之间安全透明的分配电能，并且在只有外部输入电源而没有电池(或者电池过放/损坏)的情况下也可以使应用系统正常工作。

AXP192 具有外部适配器和 USB 以及电池等三输入能力，支持可充电备用电池。

AXP192 提供了一个与主机通讯的两线串行通讯接口:Two Wire Serial Interface (TWSI)，应用处理器可以通过这个接口去打开或关闭某些电源输出，设置它们的电压，访问内部寄存器和多种测量数据(包括 Fuel Gauge)。高精度（0.5%）的电量测量数据方便消费者更清楚的实时掌握电能使用状况，给消费者带来前所未有的设备电能使用体验。

2.2 TPS60403

TI 出品的电荷泵芯片，输入范围 1.6V 到 5.5V，输出范围-1.6V 到-5.5V，负载能力最大 60mA。在 DS202 中主要用于将 3V 电源转化为-3V 电源，为模拟运放和模拟开关提供负电源轨。

2.3 QX5239B

用来为液晶模组提供背光。MCU 通过调节 2 脚输入信号占空比可以调整 LCD 背光亮度，实测 PWM 脉冲频率为 360Hz。

2.4 锂聚合物电池

标称容量 500mAh，标称电压 3.7V，充电截止电压 4.2V，实际充电结束电压显示 4.12V，放电低于 3V 以后很快自动关机。

目测体积仍然不是最优，还可以放置更大容量的电池。

本文下一节对其容量进行了测试。

3 充电测试

充电使用 HP 5V2A 充电器（俗称大猪头），使用 UIMeter 5.08 端子接口输入，普通 USB 接口输出，如图 1 所示。使用 UIMM 软件记录数据到 CSV 表格。

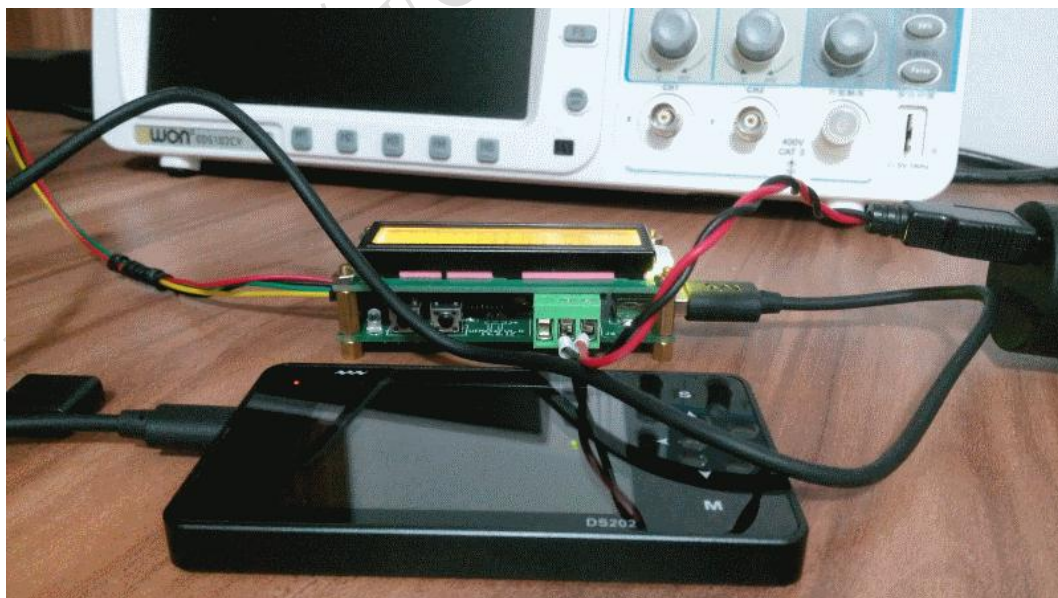


图 1 DS202 充电中

原始数据下载链接：<http://pan.baidu.com/s/1c0AhWuW>

本节分析皆基于此数据展开，感兴趣的朋友可以下载数据自己分析验证。

充电开始前，DS202 已经自动关机，实测锂电池电压达到 3V 以下 DS202 便会自动关机。

2015/02/05 21:21:10 充电过程开始，初始电流 446.0mA，首先进入恒流充电阶段。
2015/02/05 22:19:16 充电电流开始显著下降，恒流充电结束。恒流阶段持续时间 58 分钟，平均电流 434.2mA。

2015/02/05 22:19:16 开始进入浮充阶段，充电电流开始下降，切换过程平滑。2015/02/05 22:53:27 浮充结束，充电电流降为 0，结束前电流 51.5mA，即 0.1C 关断。浮充阶段历时 34 分钟。

整个充电过程历时 1 小时 32 分钟。充入电量 0.5194Ah，2.6910Wh，平均电压 5.1810V。充电结束以后，DS202 输入电流为 0。

充电过程完整电压电流曲线如图 2 所示。整个充电过程电压平稳，恒流充电阶段电流稳定，恒流切换浮充过程平滑，浮充阶段电流曲线完美，截止为标准 0.1C 截止。整个充电过程电压电流曲线完美。

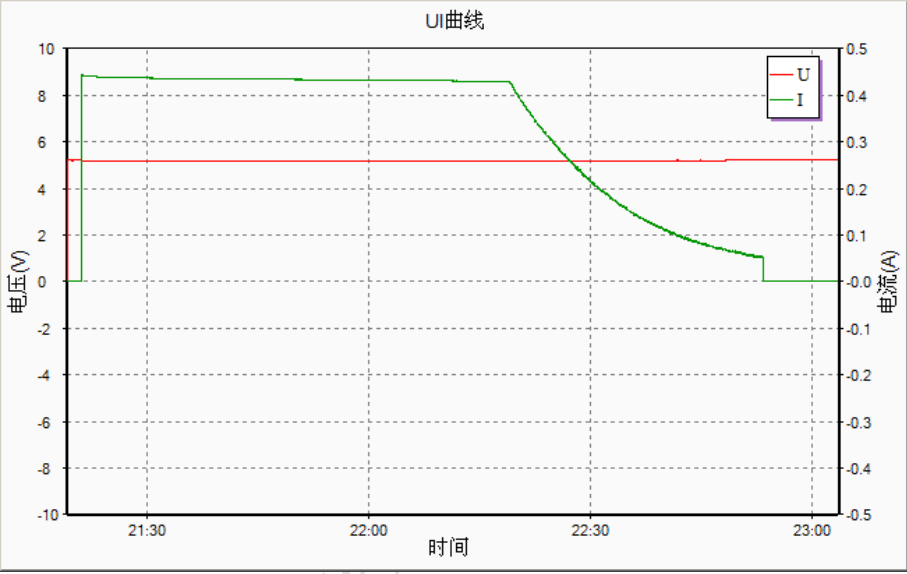


图 2 电压、电流曲线

电量曲线见图 3，分别记录了充电过程的 Ah 和 Wh 数。恒流阶段，电量基本线性增加。浮充阶段，斜率开始下降，电量上升变得平缓，充电结束以后斜率变为 0，电量停止增加。

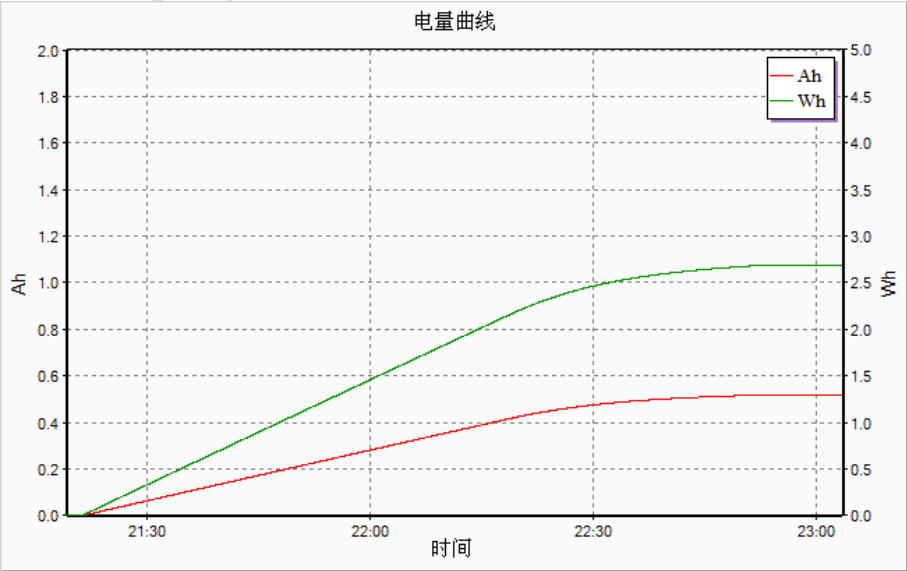


图 3 电量曲线

测试过程中环境温度曲线见图 4, 最高温度 24.6℃, 最低温度 23.6℃, 平均温度 24.3℃。

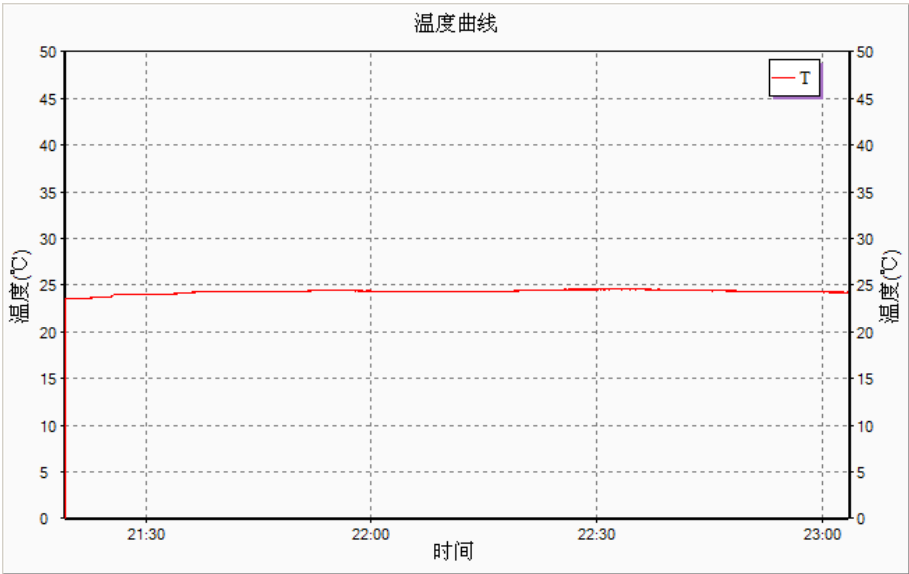


图 4 环境温度曲线

本次测试数据整理如表 1 所示。

表 1 DS202 充电数据总结

设备型号	MiniDSO-DS202	备注
电池规格	500mAh 3.7V	
平台	AXP192	
充电方式	恒流恒压	
恒流充电时间	58 分	
恒流平均电流	434.2mA	
浮充时间	34 分	
浮充停止电流	51.5mA	0.1C
充电总时间	1 小时 32 分	
充电电量 Ah	0.5194Ah	
充电电量 Wh	2.6910Wh	

AXP192 这颗电源管理芯片在充电过程中呈现出了极高的素质，充电过程为标准恒流恒压充电，电流曲线完美。充电关断电流为 0.1C，关断以后输入电流为 0。

DS202 标配的 500mAh 锂电池充电过程中充入了 519.4mAh，推测 AXP192 充电为线性充电，且充电过程在关机状态下进行，因此 USB 接口输入电流与输入电池电流相等，可以推断电池实际容量约为 519.4mAh，完全足容量。

整个充电过程历史 1 小时 32 分，最大电流不足 450mA，而标准 USB 接口都可以提供至少 500mA 电流，因此，使用 DS202 完全不用担心电池供电问题，USB 接口是绝大多数手机使用的 MicroUSB 接口，使用一个单节 18650 的移动电源足以将其充满两三次。如果你长期接触不到市电也没有关系，一个小米 16000mAh 移动电源可以将其充满 20 次以上。

4 总结与建议

DS202 使用的 AXP192 电源管理芯片充电特性优秀。DS202 内置的 500mAh 锂聚合物电

池容量充足，充电时间仅仅需要一个半小时（约为 1C 充电），比市面上绝大多数手机产品充电时间都要短，充电截止电流精确。

主要的一个建议是：降低 3V 电源电压到 2.7V，原因主要有以下几点：

1) 运放 OPA2354 目前供电为 $\pm 3V$ ，等效单极性供电 6V，而 TI 官方手册给出的工作电压范围为 2.5V~5.5V，手册上所有指标均在此范围内测试。手册指出单极性电压超过 7.5V 会造成永久损坏。在 5.5V 到 7.5V 这段范围内器件性能无法保证，可能正常也可能损坏。现在 DS202 上的 OPA2354 电压 6V 恰好在这个范围内。3V 电源电压降低到 2.7V，OPA2354 供电变为 5.4V，在 TI 手册推荐的工作范围内。

2) W25Q64 存储芯片最低工作电压为 2.7V，是限制工作电压继续降低的因素。此外触控芯片最低工作电压 2.5V。其余 MCU，运放，模拟开关，电荷泵等都可以在 2V 电压下工作。

3) 3V 电源电压由 AXP192 的第一路 DCDC 提供，输出电压是可调的。由于是开关降压，降低输出电压可以提高效率，延长电池使用时间。运放负电源轨-V 网络由 3V 电源反相而来，改变输入输出自动改变。提供+V 网络的第三路 LDO 输出电压也可调。修改只需要通过软件即可完成。

4) 实际发现电池电压达到 3V 时，DS202 输入信号开始剧烈抖动。猜测原因如下：如果电池电压达到 3V 时，DCDC 的 buck 电路相当于直通，理论上可以提供 3V 电压，即运放负电源轨-V 网络可以保持-3V，但是正电源轨+V 网络由 LDO 输出，无法保证+3V 输出。运放供电已经无法保证。

5) DS202 设计输入电压范围 40V，前端自带 1M 和 75k 分压电阻，因此输入到运放电压最大范围为 $40 \times 75 / (1000 + 75) = 2.7907V$ 。 $\pm 3V$ 供电自然可以满足输入电压范围要求，事实上 OPA2354 输入范围为 -V-0.1 到 +V+0.1， $\pm 2.7V$ 供电时输入范围为 -2.8V 到 2.8V，理论上也是满足要求的。

5 更多信息

请关注

<http://blog.sina.com.cn/xjtuecho>

<http://weibo.com/eth0>

<http://shop114445313.taobao.com/>