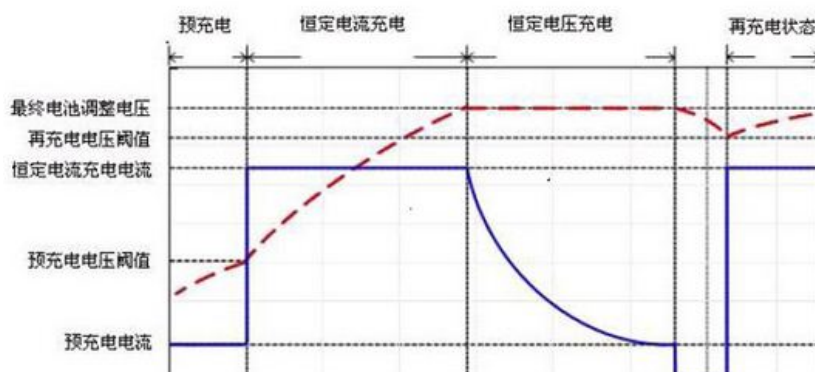
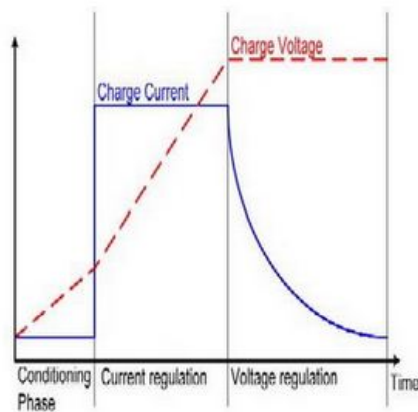


锂电池充电原理解析

锂离子电池的充电过程可以分为四个阶段：涓流充电（低压预充）、恒流充电、恒压充电以及充电终止。

锂电池充电器的基本要求是特定的充电电流和充电电压，从而保证电池安全充电。增加其它充电辅助功能是为了改善电池寿命，简化充电器的操作，其中包括给过放电的电池使用涓流充电、电池电压检测、输入电流限制、充电完成后关断充电器、电池部分放电后自动启动充电等。

锂电池的充电方式是限压恒流，都是由 IC 芯片控制的，典型的充电方式是：先检测待充电电池的电压，如果电压低于 3V，要先进行预充电，充电电流为设定电流的 1/10，电压升到 3V 后，进入标准充电过程。标准充电过程为：以设定电流进行恒流充电，电池电压升到 4.20V 时，改为恒压充电，保持充电电压为 4.20V。此时，充电电流逐渐下降，当电流下降至设定充电电流的 1/10 时，充电结束。下图为充电曲线。



阶段 1：涓流充电

涓流充电用来先对完全放电的电池单元进行预充（恢复性充电）。在电池电压低于 3V 左右时采用涓流充电，涓流充电电流是恒流充电电流的十分之一即 0.1c（以恒定充电电流为 1A 举例，则涓流充电电流为 100mA）。

阶段 2：恒流充电

当电池电压上升到涓流充电阈值以上时，提高充电电流进行恒流充电。恒流充电的电流在 0.2C 至 1.0C 之间。电池电压随着恒流充电过程逐步升高，一般单节电池设定的此电压为 3.0-4.2V。

阶段 3：恒压充电

当电池电压上升到 4.2V 时，恒流充电结束，开始恒压充电阶段。电流根据电芯的饱和程度，随着充电过程的继续充电电流由最大值慢慢减少，当减小到 0.01C 时，认为充电终止。（C 是以电池标称容量对照电流的一种表示方法，如电池是 1000mAh 的容量，1C 就是充电电流 1000mA。）

阶段 4：充电终止

有两种典型的充电终止方法：采用最小充电电流判断或采用定时器（或者两者的结合）。最小电流法监视恒压充电阶段的充电电流，并在充电电流减小

到 0.02C 至 0.07C 范围时终止充电。第二种方法从恒压充电阶段开始时计时，持续充电两个小时后终止充电过程。

上述四阶段的充电法完成对完全放电电池的充电约需要 2.5 至 3 小时。高级充电器还采用了更多安全措施。例如如果电池温度超出指定窗口（通常为 0°C 至 45°C），那么充电会暂停。

充电结束后，如检测到电池电压低于 3.89V 将重新充电。

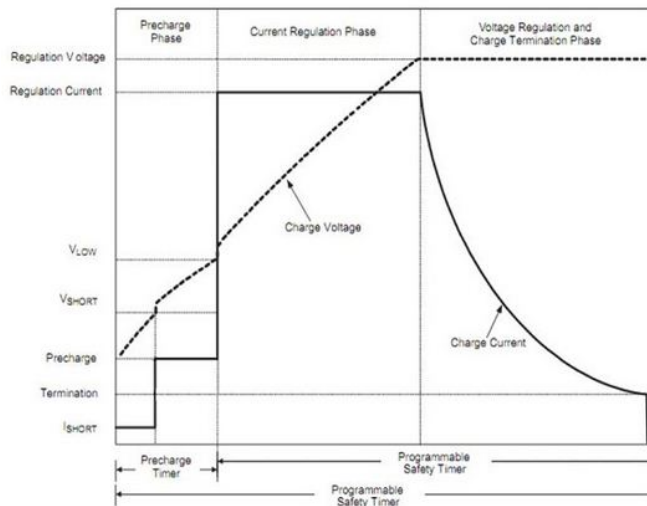


图 3 是可以对短路的电池激活的充电方法。

手机充电器的工作流程一般为：1. 检测电池的电压，如果低于一个阈值电压，就要进行涓流充电；2. 电池充到一定电压（一般设置为 2.9V）时，进行全电流充电；3. 当电池电压达到预置电压（锂离子电池一般为 4.2V）时，开始恒压充电，同时充电电流降低；4. 当电流逐渐减小到规定的值时，充电过程结束。

电池电压低于 2.5V（Vshort）时，锂离子电池充电器用 25mA 的电流预充，防止深度放电的锂离子电池在快充时被损坏甚至发生危险。

对于电压过低的电池需要进行预充，电池电压低于 2.5V（Vshort）时，锂

离子电池充电器用 25mA 的电流预充，防止深度放电的锂离子电池在快充时被损坏甚至发生危险。

充电终止检测除电压检测外，还需采用其他的辅助方法作为防止过充的后备措施，如电池温度监测，检测电池温度用电池组温度传感器连续检测电池温度，当电池温度超出设定范围时关闭对电池充电。

限定充电时间，为电池提供附加保护。

除了上面的流程描述，它还具有自动重新充电、最小电流终止充电等特性。一般来说，恒压充电结束时的小电流充电过程中，电流的大小一般为恒流充电时电流的十分之一。目前在锂离子电池充电器的设计中，对手机充电结束后由于某种因素放电的情况而专门设计了检测电路，一旦检测到电池电压降低，就会重新启动充电过程（见上图）。

软件要做的工作是设置进入快速充电的电压阈值，进入恒压充电的电压阈值，充电超时时间，恒流充电的电流值，恒压充电的电压值，充电结束的电流阈值，中断处理，提供 sys 接口给上层都充电的状态，包括电池的类型，电池最高电压，电池最低电压，电池当前电压，电池电量的百分比，电池的状态，充电电流和电池温度等等。

可以用测量电压的方法估算电池剩余容量：

4.20V----100%

3.95V----75%

3.85V----50%

3.73V----25%

3.50V----5%

2.75V----0%

