

当前，随着社会和经济的发展，手机已成为了人们的生活必需品。而且，为了满足消费者的更高需求，当今的手机越来越薄，功能却在继续多样化，这些都对电池的供电都提出了新的要求。因此，如何设计功能强，性能优越的充电电路就变得非常重要。

电路功能

根据设计目标的需求分析，该电路能够满足如下功能：

- 内置储能锂电池，可以在平时充好电以备应急时用。
- 有充电显示功能，可选择“充电（CH）”、“待机（OFF）”两个功能位。
- 集快充、方波充、涓流充、温度自动监控于一体。

电路的设计与实现

1 电路设计思想

从手机锂离子二次电池的恒流 / 恒压充电控制出发，用220V 交流电通过配置的内置储能锂电池对手机锂离子电池充电。电路的具体工作流程如图1所示。

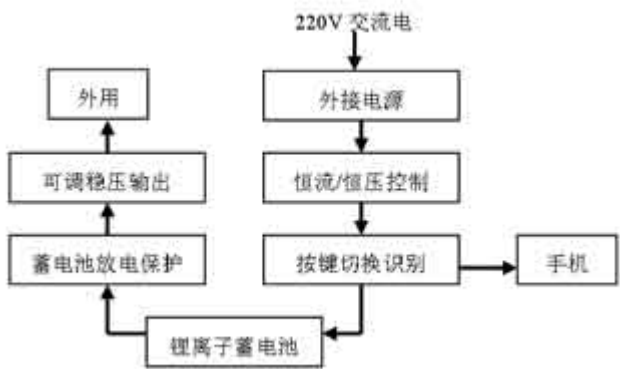


图1 工作流程图

2 电路设计方案

① 充电芯片的工作原理和特点

充电芯片选用美信半导体公司的锂电池充电芯片，这款充电芯片具有很强的充电控制特性，可外接限流型充电电源和 P 沟道场效应管，能对单节锂电池进行安全有效的快充。其最大特点是在不使用电感的情况下仍能做到很低的功率耗散，且充电控制精度达0.75%；可以实现预充电；具有过压保护和温度保护功能，其浮充方式能够充至最大电池容量。

当充电电源和电池在正常的工作温度范围内时，接通电源将启动一次充电过程。充电结束的条件是平均的脉冲充电电流达到快充电流的1%，或时间超出片上预置的充电时间。所选用的充电芯片能够自动检测充电电源，在没有电源时自动关断以减少电池的漏电。启动快充后打开外接的 P 型场效应管，当检测到电池电压达到设定的门限时进入脉冲充电方式，充电结束时，外接 LED 指示灯将会进行闪烁提示。

② 该电路工作原理

产品内置储能电池的充电及保护电路原理如图2所示。

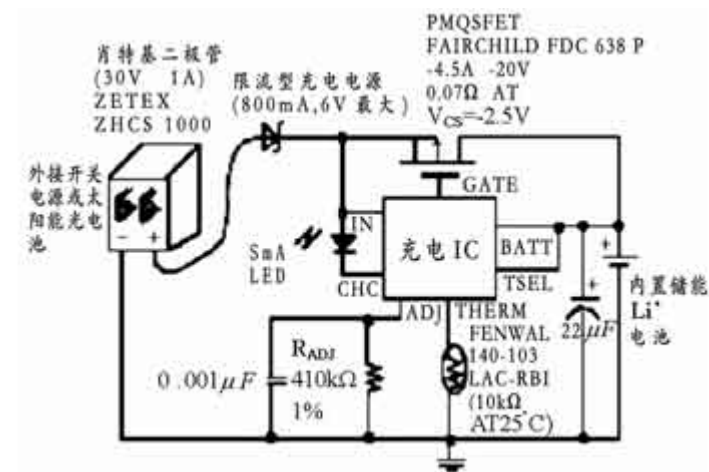


图2 Wealth—I 内置储能电池的充电及其保护电路原理图

其中包括：LED 显示、热敏电阻，电流反向保护。ADJ 引脚通过10kΩ的电阻与内部1.4V 的精密基准源相连接，当 ADJ 对地没有连接电阻时，电池充电电压阈值为缺省值： $V_{BR}=4.2V$ ；当需要自行设置充电阈值时，可在 ADJ 引脚与 GND 间接一精度为1%的电阻 RADJ，阻值由式(1)确定：

$$RADJ=10k\Omega/(V_{BR}/V_{BRC}-1) \quad (1)$$

由图3可知，充电阈值为4.1V，可得 $RADJ=410k\Omega$ 。电阻精度为1%时，产生得系统误差为0.024%。

TSEL 管脚接 BATT、ADJ 或 GND 将得到不同的快充时间和全部充电时间。TSEL 管脚接 BATT 时快充时间为55分钟，全部充电时间为2.8小时；TSEL 接 ADJ 时快充时间为75分钟，整个充电时间为3.75小时；TSEL 接 GND 时快充时间没有限制，整个充电时间为6.25小时。充电电流的限制可以采用限流电阻的方法解决。

电路工作流程如下。

① 初始化充电周期

充电芯片检测到电池和充电电源后将初始化充电周期，充电结束后，如检测到电池电压低于3.89V 或 THERM 引脚电压高于1.4V 将重新充电。允许快充的条件是电池电压大于2.5V 且小于充电阈值电压（默认值是4.2V），且温度范围为2.5~47.5℃。如果温度范围不符，充电芯片将处于用5mA 的电流预充，防止深度放电的锂离子电池在快充时损坏甚至发生危险。

②快充过程

快充开始后，充电芯片打开外接的 P 沟道场效应管，充电电流大小由外部限流型充电电源决定。由于 P 沟道场效应管工作在开关状态，并非线性稳压器，所以功耗极小。快充结束的条件是电池电压达到阈值（由

ADJ 引脚调节), 充电时间达到预定的快充时间或温度超出安全范围。温度超出工作范围时快充只是暂停, 当温度恢复后快充将持续进行。

③脉冲充电过程

多数情况下, 充电电池达到阈值后便会结束快充过程而进入脉冲充电过程。充电芯片每隔 2ms 检测一次电池电压, 电池电压小于阈值时, 外部 P 沟道场效应管导通; 电池电压大于等于阈值时, P 沟道场效应管断开; 脉冲充电过程接近结束时, P 沟道场效应管的断开时间大大超过接通时间, 达到 TSEL 管脚设置的周期比 (1/64, 1/128, 1/256) 后脉冲充电过程结束。

④充电状态指示 CHG

管脚 CHG 与管脚 IN 之间连接 LED 作为充电状态指示灯, 当没有插入电池, 电源没有连接或电池电压小于 2.2V 时, CHG 管脚在高阻态, LED 不亮; 当快充或脉冲充电时, LED 亮, 在初始化期间或时间超出预定时间, LED 按 50% 周期闪烁; 当充电状态结束时, LED 按 12% 周期闪烁。

3 专用充电芯片的选择及其电路设计

① 锂电池充电特性

锂电池充电器需同时限制电压和电流, 通常对锂离子电池充电分为四个过程:

A 预充电。如果充电开始时单节电池电压低于 2.5V, 则用涓流充电方式对电池进行预充电直到电池电压升至 2.5V, 其充电电流大小一般在 $1C \times 1/10$ 。

B 恒流充电。预充电结束后即开始恒流充电, 其间电池电压不断上升。

C 恒压充电。当电池电压上升到 4.1V 后转入恒压充电, 其间充电电流不断减小。

D 充电终止。当端电压达到电压阈值并且充电电流降至 $0.03C$ (约 1charge 的 3%) 时, 即认为电池已基本充足, 可终止充电。有的会再延时一段时间结束充电。

当前的锂离子电池一般充电到 4.20V, 容差为 $\pm 0.05V$ /节。

较高的充电电流并不会使充电时间缩短太多。较高的充电电流能较快达到电压峰值, 但是浮充需要较长时间。通常, 浮充时间是初始充电时间的两倍。

② 所用芯片特点

选用美国飞思卡尔半导体产品公司开发的专用充电芯片。该芯片是 8 脚开关型充电控制集成电路, 专门适用于锂电电池的充电管理, 能实现高精度充电控制。它简化了锂电池的充电过程, 把必要的功率转换和锂电池的充电控制算法及其他充电需要的功能电路制作到同一块 IC 上。其主要特点如下。

- 可对锂离子电池进行安全充电管理;
- 高频开关模式控制器使得充电效率可达 90% 以上;

- 可防止对锂电池的过充电和欠充电；
- 初充电模式可检测电池短路、损坏以及电池过热； ● 快速充电结束方式，对锂电池可选择为最小电流和最长时间关断模式；
- 电池组放入与取出检测；
- 低功耗的休眠方式。

其内部框图如图3所示。

图3 Wealth— I 主充电芯片内部电路原理

③ 工作原理

首先，由振荡器和内部振荡器共同作用到时钟脉冲发生器，产生时钟信号，用来控制 D/A 转换、 $-\Delta V$ 运算器及其他有关单元电路，并使之同步工作。该充电芯片在中断充电电流期间进行采样，以求采样的精确。采样电压从脚4（BAT）进入电路内部，经 A/D 转换后送入 $-\Delta V$ 运算器处理，并将运算结果送入充电控制单元，随时控制充电过程。

在充电初始阶段，该充电芯片会检测电池的电参数，一旦电参数确定，立即用适当的算法确定合适的控制方法。这个过程主要是为了区分不同电参数的锂电池，同时也排除了欠充电和过充电情况发生。该充电芯片使用最小电流法终结充电。为了充电安全，电路内部设置了一个可供用户编程的充电定时器。通过定时器也可以用最大时间法终结充电。

另外，为了确保安全，在电池的电压和温度未达到预先确定的或用户规定的阈值之前，该充电芯片禁止快速充电。

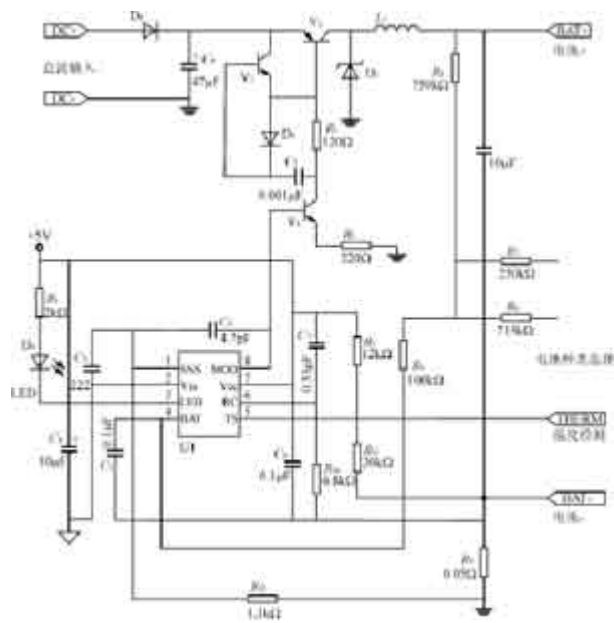


图4 手机应急充电器主充电电路原理图

④ 设计规范表及主充电电路原理图

主充电电路原理图如图4所示。