

# 贝岭 IC 应用文集



上海贝岭股份有限公司

2008-2

## 贝岭 IC 应用文集目录

- 1) 便携产品电源芯片的应用技术思考
- 2) 可驱动 32 个 LED 的 BL8532
- 3) 普及型手机 LCD 背光趋向使用 LDO
- 4) 贝岭手机周边芯片在 MTK 手机方案中的应用
- 5) BL75R06 近距离非接触射频识别 IC 卡芯片
- 6) 新型低成本电能表的设计方案
- 7) BL55066 通用 LCD 驱动与控制电路应用指南
- 8) BL55076 通用 LCD 驱动与控制电路应用指南

# 便携产品电源芯片的应用技术思考

## Application Technology for Portable Product's Power IC

上海贝岭股份有限公司 颜重光 FAE 经理/高工

摘要: 便携产品电源设计系统级思维所涉及的要点, 电源芯片实际应用需要注意的方方面面。

关键词: LDO VLDO DC/DC Charge Pump Layout 技巧

### 便携产品常用电源管理芯片

便携产品常用电源管理芯片有低压差稳压器、DC/DC 开关稳压器、电池充电管理器 (Battery Chargers) 和锂电池保护 (Lithium Battery Protection)。低压差稳压器 (LDO Linear Regulators) 有低压差的 LDO 和超低压差的 VLDO; DC/DC 有基于电感器储能的 DC/DC 开关稳压器 (Inductor Based Switching Regulators), 按功能又分为升压 (Boost)、降压 (Buck)、升降压 (Buck-Boost); 还有基于电容器储能的电荷泵 (Charge Pumps), 也称电容式开关稳压器 (Switched Capacitor Regulators)。

### 便携产品电源系统设计要求

便携产品电源设计需要系统级思维, 在开发由电池供电的设备时, 诸如手机、MP3、PDA、PMP、DSC 等低功耗产品, 如果电源系统设计不合理, 则会影响到整个系统的架构、产品的特性组合、元件的选择、软件的设计和功率分配架构等。同样, 在系统设计中, 也要从节省电池能量的角度出发多加考虑。例如现在便携产品的处理器, 一般都设有几个不同的工作状态, 通过一系列不同的节能模式 (空闲、睡眠、深度睡眠等) 可减少对电池容量的消耗。即当用户的系统不需要最大处理能力时, 处理器就会进入电源消耗较少的低功耗模式。

从便携式产品电源管理的发展趋势来看, 需要考虑这样几个问题:

- 1) 电源设计必须要从成本、性能和产品上市时间等整个系统设计来考虑;
- 2) 便携产品日趋小巧薄型化, 必需考虑电源系统体积小、重量轻的问题;
- 3) 选用电源管理芯片力求高集成度、高可靠性、低噪声、抗干扰、低功耗、突破散热瓶颈, 延长电池寿命;
- 4) 选用具有新技术的新产品电源芯片, 将新的电源芯片应用于新的设计方案中去, 是保证新产品先进性的基本条件, 也是便携产品电源管理的永恒追求。

### 电源管理芯片选用思考

- 选用生产工艺成熟、品质优秀的生产厂家产品;
- 选用工作频率高的芯片, 以降低成本周边电路的应用成本;
- 选用封装小的芯片, 以满足便携产品对体积的要求;
- 选用技术支持好的生产厂家, 方便解决应用设计中的问题;
- 选用产品资料齐全、样品和 DEMO 申请用易、能大量供货的芯片;
- 选用产品性能/价格比好的芯片;

### LDO 线性低压差稳压器

LDO 线性低压差稳压器是最简单的线性稳压器, 由于其本身存在 DC 无开关电压转换,

所以它只能把输入电压降为更低的电压。它最大的缺点是在热量管理方面，因为其转换效率近似等于输出电压除以输入电压的值。例如，如果一个驱动图像处理器的 LDO 输入电源是从单节锂电池标称的 3.6V，在电流为 200mA 时输出 1.8V 电压，那么转换效率仅为 50%，因此在手机中产生了一些发热点，并缩短了电池工作时间。虽然就较大的输入与输出电压差而言，确实存在这些缺点，但是当电压差较小时，情况就不同了。例如，如果电压从 1.5V 降至 1.2V，效率就变成了 80%。

当采用 1.5V 主电源并需要降压至 1.2V 为 DSP 内核供电时，开关稳压器就没有明显的优势了。实际上，开关稳压器不能用来将 1.5V 电压降至 1.2V，因为无法完全提升 MOSFET(无论是在片内还是在片外)。标准低压差(LDO)稳压器也无法完成这个任务，因为其压差通常高于 300mV。理想的解决方案是采用一个**非常低压差(VLDO)稳压器**，输入电压范围接近 1V，其压差低于 300mV，内部基准接近 0.5V。这样的 VLDO 稳压器可以很容易地将电压从 1.5V 降至 1.2V，转换效率为 80%。因为在这一电压上的功率级通常为 100mA 左右，那么 30mW 的功率损耗是可以接受的。VLDO 的输出纹波可低于 1mVP-P。将 VLDO 作为一个降压型开关稳压器的后稳压器就可容易地确保低纹波。

压差、噪音、共模抑止比、静态电流是 LDO 选用四大关键数据，产品设计师按产品负载对电性能的要求结合这四大要素来选择 LDO。在手机上用的 LDO 要求尽可能小的噪音(纹波)，和高的共模抑止比。在没有 RF 的便携产品需要静态电流小的 LDO。

### LDO 的内部结构

从图 1 中可以看到，LDO 电流主通道在其内部是有一个 MOSFET 加一个过流检测电阻组成，肖特基二极管作反相保护，输出端的分压电阻取出反馈电去控制 MOSFET 的流通电流大小，EN 使能端可从外部去控制它的工作状态，内部还设置过流保护、过温保护、信号放大、POWER-OK、基准源等电路，实际上 LDO 已是一多电路集成的 SOC。LDO 的 ESD>4KV，HBM ESD>8KV。

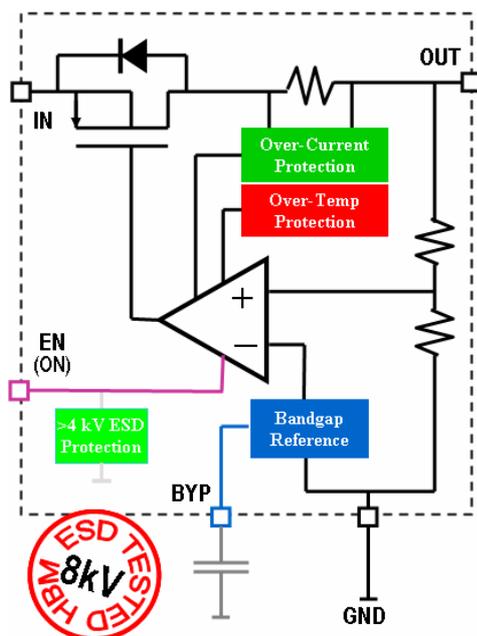


图 1 LDO 的内部结构

### 低压差稳压器 (LDOs)的应用

低压差稳压器的应用象三端稳压一样简单方便，一般在输入、输出端各加一个滤波电容器即可。电容器的材质对滤波效果有明显影响，一定要选用低 ESR 的 X7R & X5R 陶瓷电容器。图 2 可见它的应用实例。

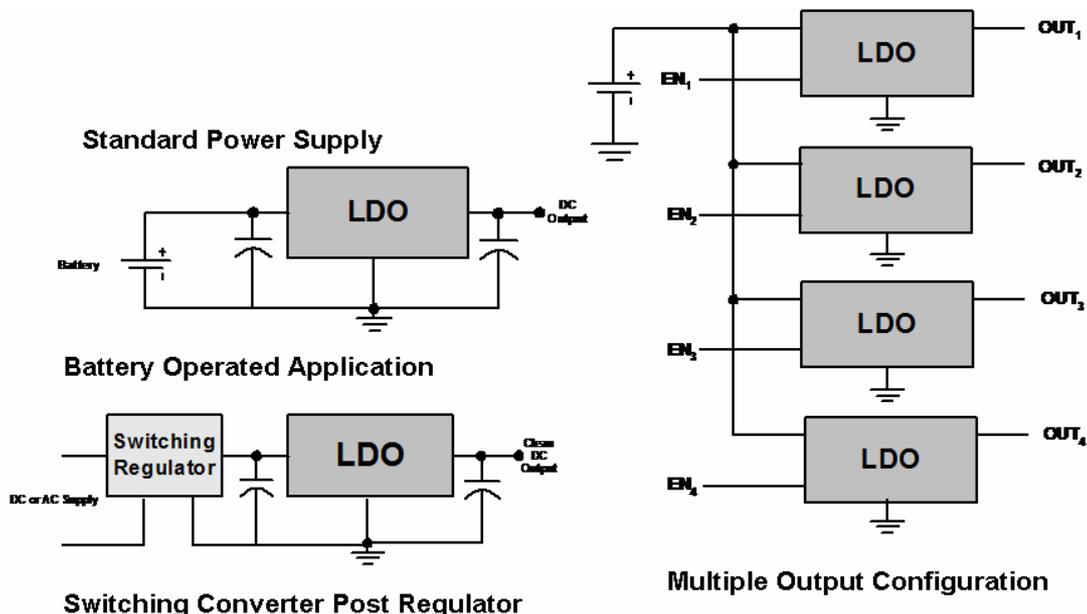
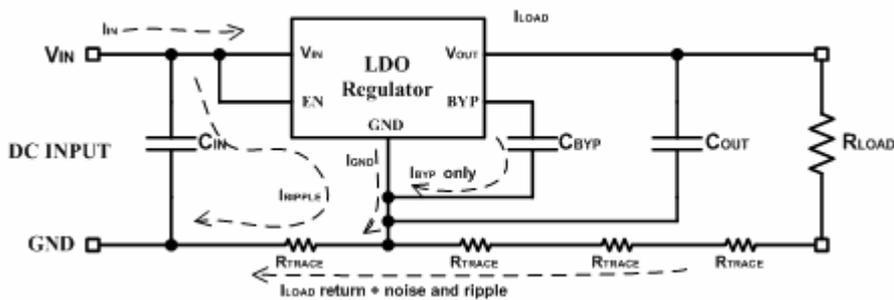


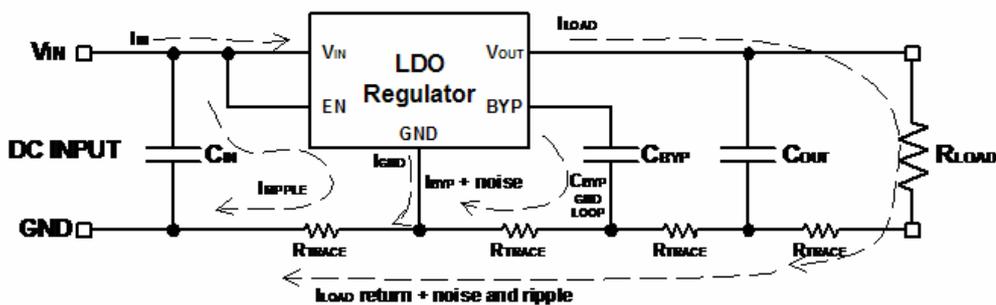
图 2 低压差稳压器的应用

### LDO 布线考虑：降低噪音和纹波

LDO 布线设计要点是考虑如何降低 PCB 板上的噪音和纹波，如何走好线是一个技巧加经验的工艺性细活，也是设计产品成功的关键之一。图 3 说明了如何设计走线电路图，掌握好电流回流的节点，有效的控制和降低噪音和纹波。优化布线方案是值得参考的。图 4 说明了 PCB 板布线 (Layout) 的设计技巧，被推荐的布线方案解决了电流回路路径不良引出的噪音和纹波。



优化布线方案



典型布线方案

图 3 布线电路方案考虑

理想的 LDO PCB 设计图  
(被推荐的)

不好的 LDO PCB 设计图  
(不推荐的)

Ideal LDO PCB Layout  
(Recommended)

Poor LDO PCB Layout  
(NOT recommended)

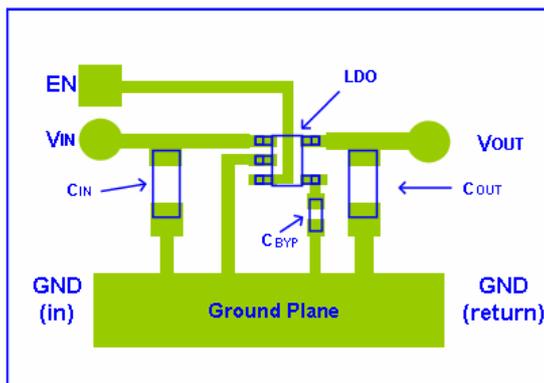
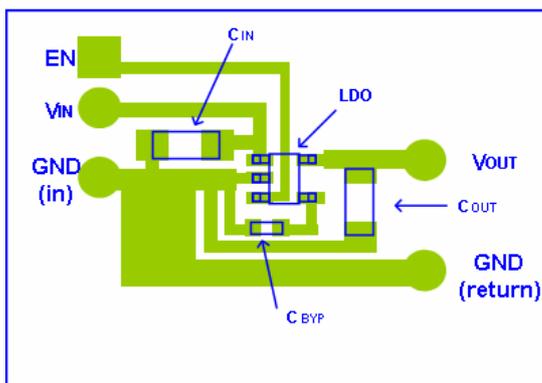


图 4 Layout 的设计技巧

### 开关式 DC/DC 升降压稳压器

当输入与输出的电压差较高时，开关稳压器避开了所有线性稳压器的效率问题。它通过使用低电阻开关和磁存储单元实现了高达 96% 的效率，因此极大地降低了转换过程中的功率损失。选用开关频率高的 DC/DC 可以极大地缩小外部电感器和电容器的尺寸和容量，如超过 2MHz 的高开关频率。开关稳压器的缺点较小，通常可以用好的设计技术来克服。但是电感器的频率外泄干扰较难避免，设计应用时对其 EMI 辐射需要考虑。开关式 DC/DC 升降压稳压器按其功能分成 Buck 开关式 DC/DC 降压稳压器、Boost 开关式 DC/DC 升压稳压器和根据锂电池的电压从 4.2V 降低到 2.5V 能自动切换降压功能的 Buck-Boost 开关式 DC/DC 升降压稳压器。新一代 DC/DC 在输出低电流时，用户可通过改变 Mode/Sync 管脚的电平来灵活选择脉冲跳跃模式和节能模式。脉冲跳跃模式的输出纹波电压小，而节能模式的效率高。新一代的 DC/DC 大幅提高开关频率将贴片电感整合在一个封装内，更方便应用。

### Buck 开关式 DC/DC 降压稳压器内部结构

从图 5 的 Buck 开关式 DC/DC 降压稳压器内部拓扑结构来看，这是一种采用恒定频率、

电流模式降压架构，内置主（P 沟道 MOSFET）和同步（N 沟道 MOSFET）开关。PWM 控制的振荡器频率决定了它的工作效率和使用成本。误差放大器 EA 将输出电压的某一部分与参考电压进行比较，产生一误差输出电压，并与本振产生的固定幅度的斜波电压相比较，当 EA 输出电压达到本振斜波电压时，复位信号就将锁存器关闭。随着误差电压增加，锁存器的占空比也增加，EA 输出电压自我调整，使该占空比在 FB 产生的基准电压幅度，从而调整输出电压。

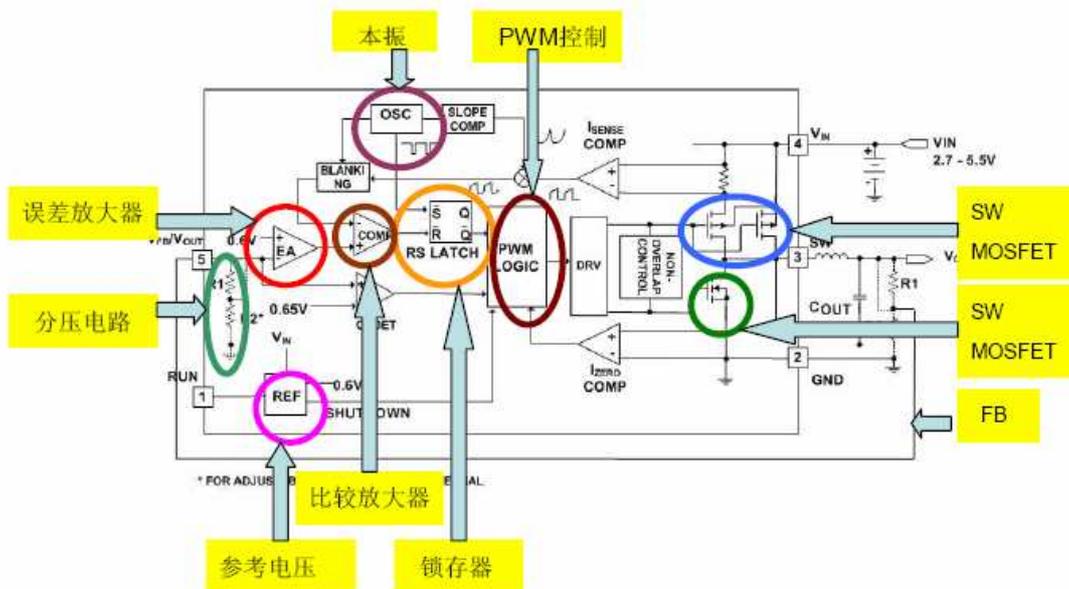


图 5 Buck 开关式 DC/DC 降压稳压器内部拓扑结构

### DC/DC 应用电路设计思考

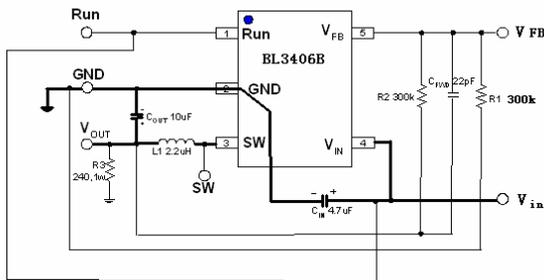


图 6 Buck 开关式 DC/DC 应用线路设计

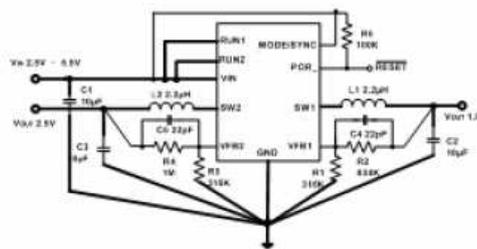


图 7 掌握好回流的节点设计

DC/DC 的应用电路设计要着重考虑电路走线的抗干扰、降噪、接地和回流节点的选择。图 6 给出了 Buck 开关式 DC/DC 应用线路设计，需要注图中粗线的部分：

- ⊙ 粗线是大电流的通道；
- ⊙ 掌握好回流的节点设计，以有效地降低噪音；
- ⊙ 选用 MuRata, Tayo-Yuden, TDK & AVX 品质优良、低 ESR 的 X7R & X5R 陶瓷电容器；
- ⊙ 在应用环境温度高，或低供电电压和高占空比条件下（如降压）工作，要考虑器件的节温和散热。

## DC/DC 应用 Layout 的设计技巧

要得到一个运作稳定和低噪音的高频开关稳压器电源，需要小心安排 PCB 板的布局结构，所有的器件必需靠近 DC/DC，可以把 PCB 板按功能分成几块，如图 8 所示，这是一颗降压的 DC/DC 应用在 PCB 板设计实例。

PCB 板布线必需注意以下几点：

- 1) 保持通路在  $V_{in}$ 、 $V_{out}$  之间， $C_{in}$ 、 $C_{out}$  接地很短， $C_{in}$  尽可能靠近  $V_{in}$ ，以降低噪音和干扰；
- 2) 电感器与芯片和电容器直接， $SW$  vs  $L1$  距离  $< 4mm$ ， $C_{out}$  vs  $L1$  距离  $< 4mm$ ；
- 3) 反馈分压和  $CF$  的反馈成份必须保持靠近  $V_{FB}$  反馈脚，以防噪音；开关节点、 $SW$  远离敏感的  $V_{FB}$ ， $V_{FB}$  直接反馈电阻，反馈分压电阻必须连接在  $C_{out}$  和地之间；
- 4)  $SW$ 、 $V_{in}$ 、 $V_{out}$ 、 $GND$  的线必须粗短、直接，大面积地直接联接  $GND$  脚和  $C_{in}$ 、 $C_{out}$  的接地端。

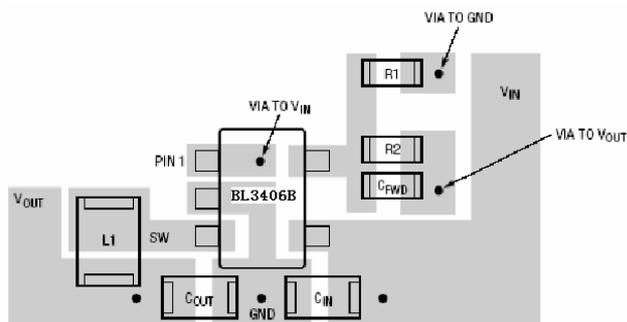


图 8 Buck 开关式 DC/DC 应用 PCB 设计

## 电荷泵 (Charge Pump)

以电容器为储能器的电荷泵通过开关阵列和振荡器、逻辑电路、比较控制器实现电压提升，采用电容器来贮存能量。电荷泵是无须电感的，但需要外部电容器。工作于较高的频率，因此可使用小型陶瓷电容 ( $1 \mu F$ )，使空间占用最小，使用成本低。电荷泵仅用外部电容器即可提供  $\pm 2$  倍的输出电压。其损耗主要来自电容器的  $ESR$  (等效串联电阻) 和内部开关晶体管的  $R_{DS(ON)}$ 。电荷泵转换器不使用电感，因此其辐射  $EMI$  可以忽略。输入端噪声可用一只小型电容滤除。它输出电压是工厂生产时精密预置的，调整能力是通过后端片上线性调整器实现的，因此电荷泵在设计时可按需要增加电荷泵的开关级数，以便为后端调整器提供足够的活动空间。电荷泵主要用于升压，近年新出的电荷泵其升压倍率可根据输入电压的变化和负载的需要，在 1 倍、1.5 倍和 2 倍间自动调整。电荷泵十分适用于便携式应用产品的设计。从电容式电荷泵内部结构来看，它实际上是一个片上系统。

## 电荷泵应用技巧

电荷泵是一种无辐射的有效升压器件，它不使用电感器而使用电容器作为储能器件。在设计应用时需要注意电容器的容量和材质对输出纹波的影响。

外部电容器的容量关系到输出纹波，在固定的工作频率下，太小的电容容量，将使输出纹波增大。图 10 图例是说明同一电荷泵的电容容量影响输出纹波。

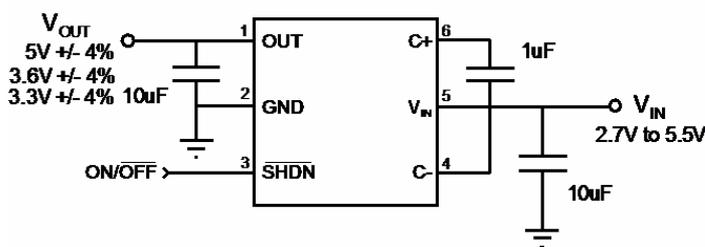
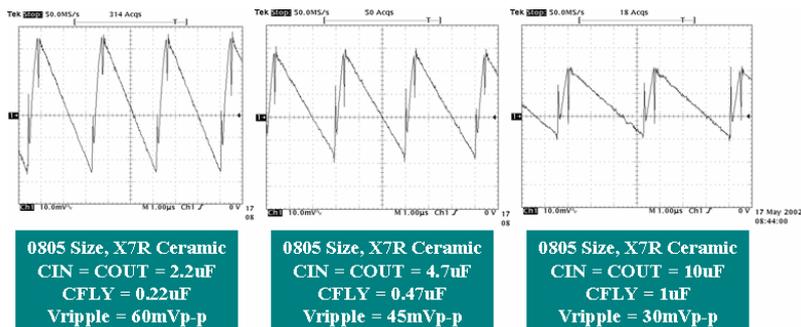


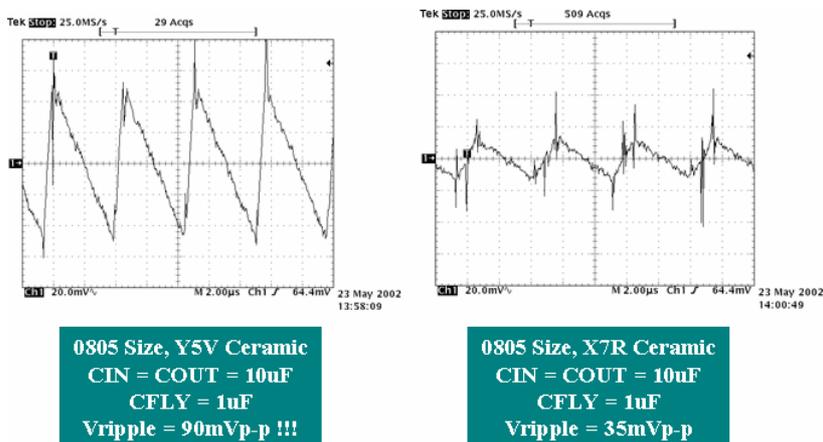
图 9 典型的电荷泵



电荷泵:  $V_{IN} = 3.0V, V_{OUT} = 5.0V, I_{LOAD} = 50mA, F = 750KHz$

图 10 同一电荷泵的电容器容量影响输出纹波

输出纹波大小与电容器材料介质有关，外部电容器的材料类型关系到输出纹波，图 11 图例是说明同一电荷泵，使用相同的容量和尺寸而不同材料类型的电容器，输出纹波的结果。在工作频率固定，电容器容量相同的情况下，优良的材料介质，将有效地降低纹波。选用低 ESR 的 X7R & X5R 陶瓷电容器是一种比较好的选择。



电荷泵:  $V_{IN} = 3.0V, V_{OUT} = 5.0V, I_{LOAD} = 50mA, F = 750KHz$

图 11 输出纹波大小与电容器材料介质有关

### LCM 需要 MCM 电源模块

LCM (LCD Module) 是目前 CP、MP3/MP4、PMP 需求量较大的产品，在有限的 PCB 面积上，需要按装 LCD 屏、数码相机的镜头和闪光灯、Audio DAC 等器件，因此它需要封装很小的多芯片组合的电源模块 (MCM)，以减小电源 IC 所占 PCB 的面积，而手机产品又要求这些电源 IC 对 RF 几乎无干扰。图 12 说明了这种电源模块与 LCM 负载的关系。目前

手机、MP3、PMP 使用较多的 LCD 屏模组，其电源都还是用分立的电荷泵和 LDO 来供电，极需一个包含三个 LDO、二个电荷泵的 MCM 电源模块或 PMU，以缩小使用空间。

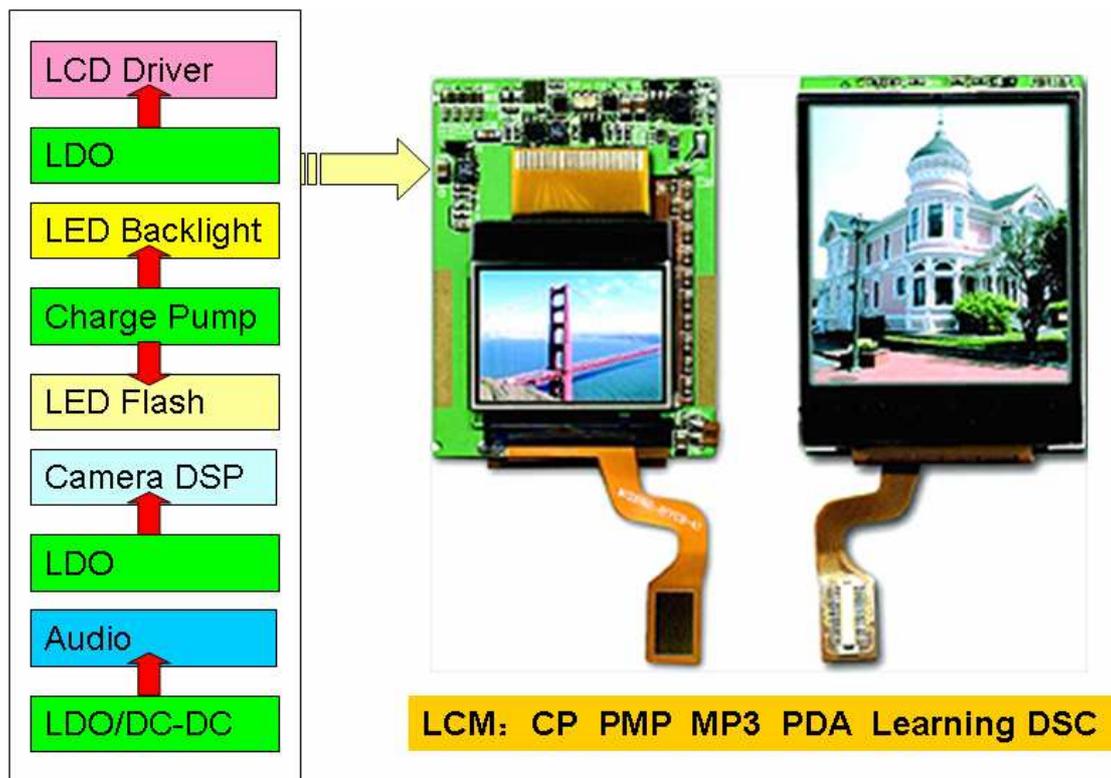


图 12 说明了这种电源模块与 LCM 负载的关系。

### 线性稳压器与开关稳压器的比较

线性稳压器与开关稳压器的比较可从下表清楚看到。

特点	LDO和VLDO稳压器	无电感器型开关稳压器	普通的开关稳压器
设计复杂性	低	中	中到高
成本	低	中	中
噪声	最低	低	低到中
效率	低到中等	中到高	高
热量管理	差到中	好	最好
输出电流	中	低	大
需要磁性元件	不需要	不需要	需要
局限性	不能升压	$V_{in}/V_{out}$ 比	布局考虑

### 锂电池充电 IC 内部架构

锂电池充电 IC 是一个片上系统 (SOC)，由图 13 可以看到它由读取使能微控制器、2 倍涓流充电控制器、电流环误差放大器、电压环误差放大器、电压比较器、温度感测比较器、环路选择和多工驱动器、充电状态逻辑控制器、状态发生器、多工器、LED 信号发生器、MOSFET、基准电压、电源开机复位、欠电压锁定、过流/短路保护等十多个不同功能的 IC 整合在一个晶元上。它是一个高度集成、智能化芯片。

### 充电程序

锂电智能充电过程：涪流充→恒流充→恒压充→电压检测（图 14），因此电路设计的关键是要做到：充分保护、充分充电、自动监测、自动控制。充电开始时如电池电压过低，则先采用涪流充电，当锂电池具有一定电流、电压，即进入恒流充电模式，锂电池的电压逐渐升高，当锂电池电压升高到 4.0V( $V_{CH}=4.1V$ )或 4.1V( $V_{CH}=4.2V$ )时转入恒压充电模式，充电电流逐渐减少，当电压、电流都已达到予置目标值时，充电程序结束。

### 涪流充电

当锂电池的初始电压很低时或锂电池在充电过程中升温太快时，自动改用微小电流的涪流充电模式，既可保护锂电池又可有效降低充电中的锂电池温度。涪流电流是正常可调节充电电流的 10%。有的还特备 2 倍涪流充电功能可以在安全模式下缩短涪流充电时间。利用 MCU 可以设计编制涪流、2 倍涪流、恒流、恒压充电的程序。

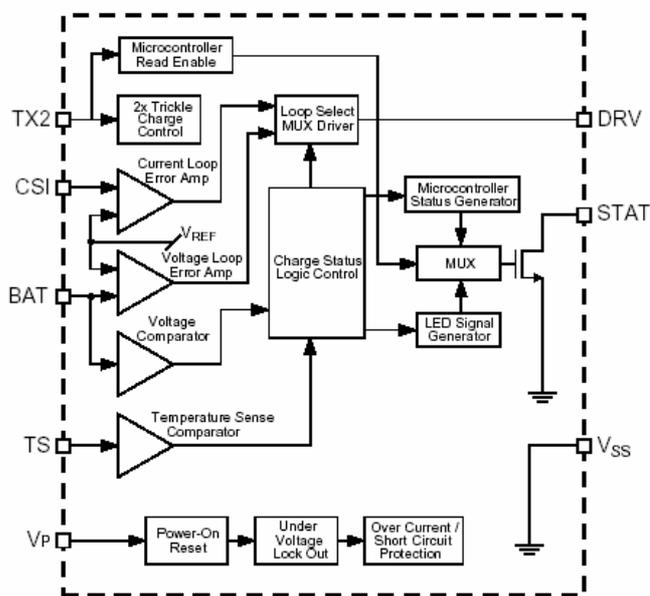


图 13 锂电池充电 IC 是一个片上系统 (SOC)

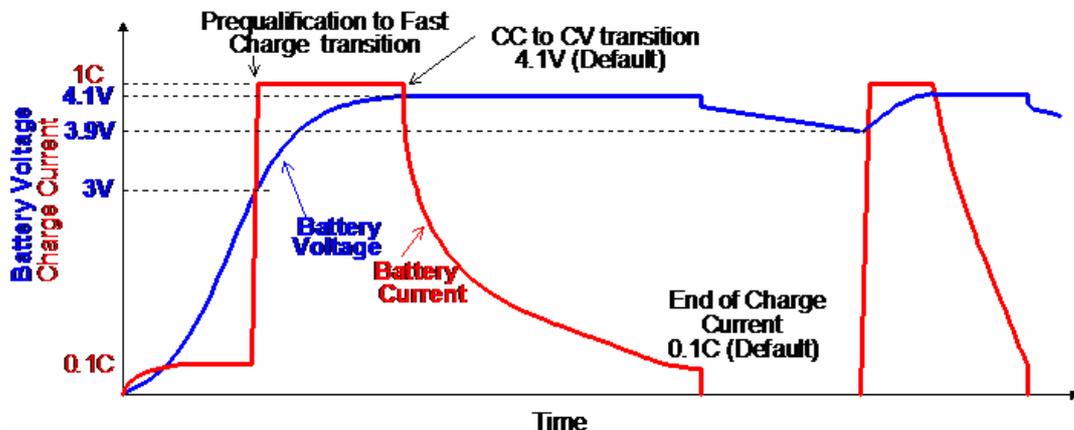
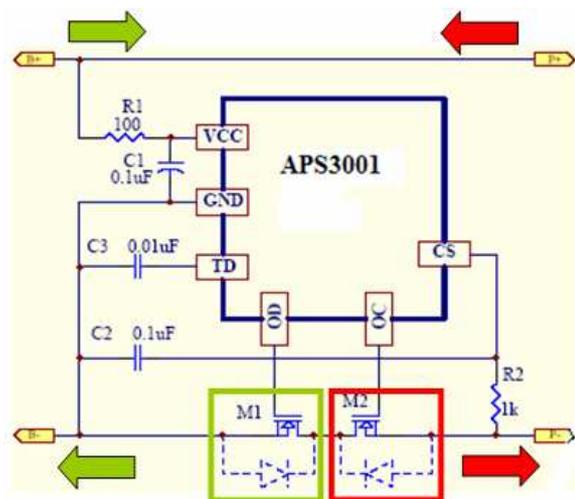


图 14 锂电池充电曲线

### 锂电池保护 IC

锂电池保护电路是封装在锂电池包内的，它由一颗锂电池保护 IC 和二颗 MOSFET 组成，如图 15 所示。锂电池保护电路简单工作原理如下：

- 正常装态 M1、M2 均导通；
- 过充电时 M2 OC 脚由高电位转至低电位，电闸关闭，截止充电，实现过充电保护；
- 充电电流方向 P+→P- ；
- 过放电时 M1 OD 脚由高电位转至低电位，电闸关闭，截止充放电，实现过放电保护；
- 放电电流方向 P- →P+ ；



OD Over-Discharger protection      过放电控制  
 OC Over-Charger protection      过充电控制  
 P+、P-      接充电器  
 B+、B-      接锂电池

图 15 锂电池保护电路

### 锂电池保护 IC Layout 技巧

锂电池保护电路的 PCB 板是很小的，设计时必须注意：

- 1) MOSFET 尽可能接近 B-、P-；
- 2) ESD 防护电容器尽可能接近 P+、P-；
- 3) 相邻线间距>0.25mm，通过电流大的线要放宽，地线加宽。

图 16 锂电池保护电路的 PCB 板图可供设计参考。

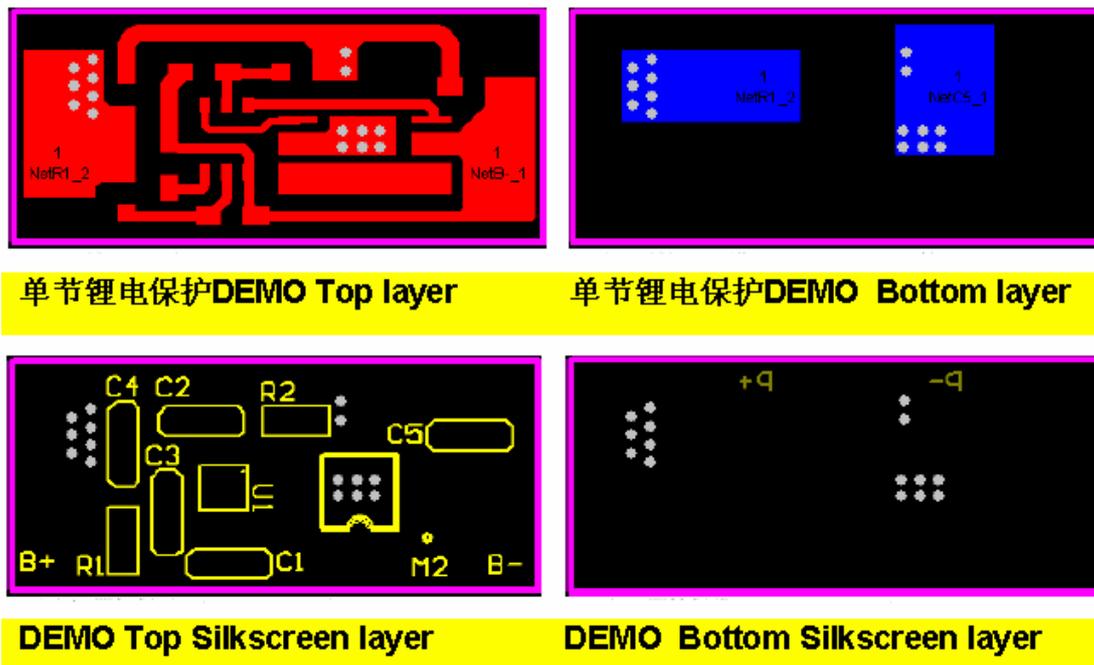


图 16 锂电池保护电路的 PCB 板图

参考资料:

《低压差线性稳压器的选用技术》颜重光

[http://www.eetchina.com/ART\\_8800298692\\_628868\\_f3dfa91f.HTM](http://www.eetchina.com/ART_8800298692_628868_f3dfa91f.HTM)

《手机相机的低压闪光灯驱动电路设计及器件选择指南》颜重光

[http://www.eetchina.com/ART\\_8800350556\\_617703\\_8fe3f924.HTM](http://www.eetchina.com/ART_8800350556_617703_8fe3f924.HTM)

《STN-LCD 彩屏模块设计》颜重光

[http://www.eetchina.com/ART\\_8800334763\\_480101\\_c3cfb4e3.HTM](http://www.eetchina.com/ART_8800334763_480101_c3cfb4e3.HTM)

《多功能 AAT3680 锂电池线性充电控制器》颜重光

<http://www.edw.com.cn/show.aspx?id=1932&cid=62>

《TFT-LCD 背光设计策略》颜重光

<http://www.eepw.com.cn/show.aspx?id=7633&cid=51>

《汽车轮胎压力监视系统的设计思考》颜重光

[http://www.eetchina.com/ART\\_8800380513\\_480801.HTM](http://www.eetchina.com/ART_8800380513_480801.HTM)

2006-2-15

alecyan@belling.com.cn

alecyan@sh163.net

021-64854563

13701600663

贝岭便携产品用电源 IC 请上贝岭网站查阅。

[www.belling.com.cn](http://www.belling.com.cn)

# 可驱动 32 个 LED 的 BL8532

上海贝岭股份有限公司 颜重光经理/高工

摘要: BL8532 是适用于 LED 驱动的 PFM 控制模式的开关型 DC/DC 升压恒流芯片, 输出电流可恒定在 0-500mA, 可驱动多达 32 颗小功率 LED。

关键词: BL8532 LED 驱动 应用设计要点

BL8532 是适用于 LED 驱动的 PFM 控制模式的开关型 DC/DC 升压恒流芯片, 通过外接电阻调节可使输出电流恒定在 0-500mA。BL8532 可以通过多个并联或多并两串的方法给多个 LED 恒流供电。BL8532 可驱动多达 32 颗小功率 LED。

BL8532 电路可驱动 2-32 颗小功率白光 LED, 恒流供电稳定性好, 具有应用线路简单、效率高的特点。可广泛应用于手机、PMP、DC、GPS、学习机、数码相框等产品 LCD 屏的背光 LED 驱动和超薄电子灯箱 LED 光源的驱动, 以及 LED 台灯、LED 日光灯的光源驱动。

LED 的工作条件, 首先是要有一使其建立正常工作状态的前降电压  $V_F$ , 根据 LED 的特性  $V_F$  典型值为 3.4V, 一般选择为 3.2-3.5V,  $V_F$  不宜太低或太高; 其次恒流供电最理想, 流过 LED 的电流大小与 LED 的发光亮度有关; 用于背光的小功率白光 LED 其工作电流在 12-20mA, 产品设计时驱动电流一般取 18-20mA, 太小了光线十分暗淡, 太大了既不可能使 LED 更亮, 更易使 LED 加速衰老, 缩短使用寿命。

以超薄电子灯箱为例, 导光板两侧用 BL8532 作为 LED 光源的驱动, 一颗 BL8532 最多可驱动 32 颗小功率白光 LED, 采用二串十六并的模式, 如图 1 所示。在该应用电路中, 由于反馈电压  $V_{IFB}$  是从第一路 LED 中采样的, 为保持各个回路 LED 电流均衡, 需要对 LED 进行匹配选用, 推荐使用  $V_F$  值相近的 LED, 并在每个 LED 支路串接 R1-D16 的匀流电阻, 使各支路的电流大小基本相同, 使其工作电流为 20mA 时的正向压降尽量相等, 使各 LED 的发光亮度基本接近。L1 是一个储能较大的电感, 因此要选用功率电感器。图 2 是这个应用案例的 BL8532 驱动主板的 PCB 版图, 图 3 是 BL8532 用二节 1.5V 碱性电池驱动 32 颗小功率白光 LED 实物照片, 图 4 是用这个方案做成的超薄电子灯箱实景照片。超薄电子灯箱正常工作时宜采用 AC/DC 开关电源 (Adaptor), 选用  $V_{IN}=AC100-240V$ ,  $V_{OUT}=5V/2A$  的较好。

BL8532 应用设计要点:

## 1) 周边器件选用:

肖特基二极管: 正向压降 0.3V/0.3A, 如 1N5817、1N5819、1N5822;

肖特基二极管对 DC/DC 的效率影响较大, 选用正向导通电压低、反应时间低的肖特基二极管可提高效率 5-10%。

电感: 22-27 $\mu$ H 功率电感器 ( $R<0.5\Omega$ );

首先考虑选用升压 DC/DC 在连续电流模式下能正常工作需要的最小电感值; 其次考虑通过电感的电流纹波, 当电感值过小时会造成电感上的电流纹波过大, DC/DC 效率下降; 稍大电感便于电路在更低的输入电压下启动; 要使输出端输出较大电流, 为提高效率, 宜选用较大电感。电感器在此的功能是储存和释放电能。

输入电容: 47 $\mu$ F;

输入电容是为了降低输入端的噪音。

输出电容: 100 $\mu$ F (钽电容);

选用较大电容值是为了减小输出纹波, 在输出电流较大时, 电容的等效串联电阻 (ESR) 是造成纹波的主要因素, 因此建议使用 ESR 低的钽电容。

补偿电容：22uF（钽电容）

补偿电容是为了消除输出电压和反馈电压上的纹波，实验证明，在恒流应用时，L=22uH、COUT=100uF、C1=22uF 时输出电压、输出电流和反馈电压纹波最小，输出的恒流特性最好，效率最高。

2) 恒流应用模式 RC 确定：

设定恒流输出电流 IOUT，则  $RC=V_{IFB}/I_{OUT}$

如需要 100mA 恒流源，选用  $V_{IFB}=200mV$  的 BL8532 芯片，那么

$RC=200mV / 100mA=2\Omega$ （RC 即图 1 中 R1）

3) BL8532 的反馈电压 VIFB：

BL8532 的反馈电压 VIFB 分 100mV、200mV、250mV、300mV、350mV、400mV 六档，请在应用电路设计时按需选用。

BL8532 是一种 PFM 控制模式的开关型 DC/DC 升压恒流芯片，近来也被广泛应用于手机应急充电器、电子矿灯、自发电 LED 手电筒等需要将低电能提升的产品领域。随着消费电子和通信电子等手持电子产品的五花八门的新的应用显现，其应用前景更为宽广。

Alec

2007-7-4

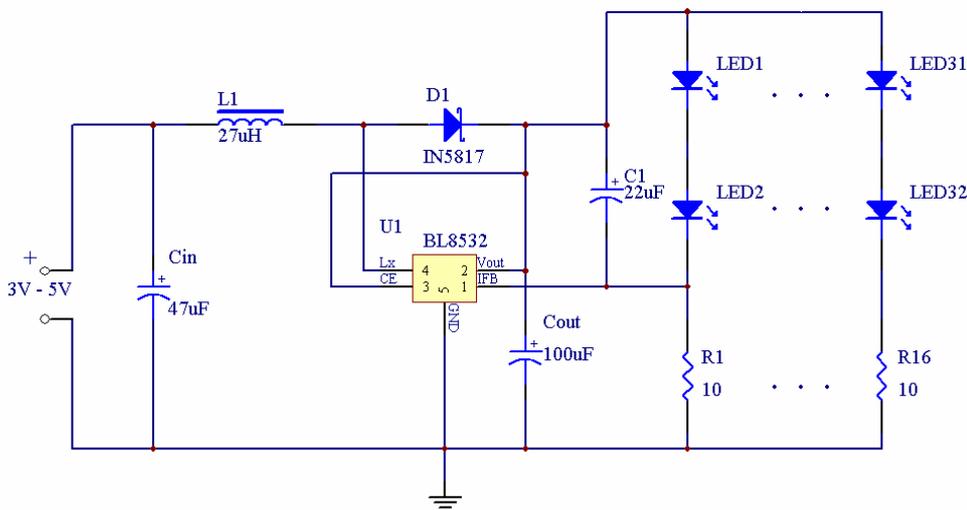


图 1 BL8532 背光驱动电原理图

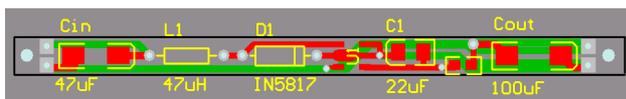


图 2 BL8532 驱动主板 PCB 版图

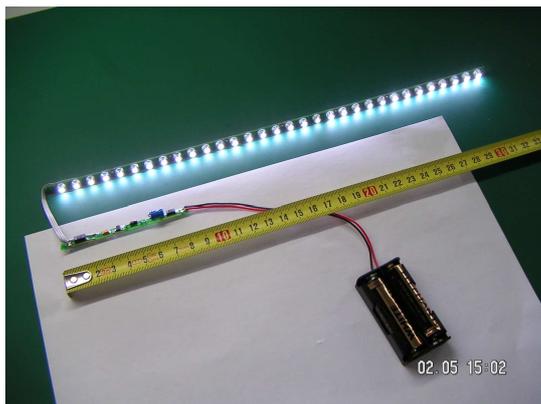


图3 用一节 1.5V 碱性电池驱动 32 颗小功率白光 LED



图4 超薄电子灯箱实景

alecyan@belling.com.cn

alecyan@sh163.net

021-64854563

13701600663

# 普及型手机 LCD 背光趋向使用 LDO

上海贝岭股份有限公司 颜重光高工

摘要: 从技术和市场经济的角度对手机 LCD 背光 LED 驱动器的技术演变进行分析, LDO 的性价比为在普及型手机 LCD 背光应用赢得新的机遇。

关键词: LED 驱动器 手机彩色 LCD 屏背光 DC/DC Boost Charge Pump Constant LDO

全球手机产量由 2006 年的 8 亿台增长到 2007 年的 11 亿台, 增幅达 40%, 2008 年预计将生产 15 亿台。2007 年中国手机出货量将增长 21.9%, 达 5.58 亿部, 占据全球市场的一半左右。按 80% 手机采用彩屏计算, 2007 年手机产品应用的 LED 驱动 IC 达 6 亿颗规模。目前手机彩屏背光应用占 LED 驱动 IC 总出货比重的 60%。预估未来几年, LED 驱动 IC 在消费性电子产品市场将继续成倍增长, 手机彩色 LCD 屏背光、手机键盘背光、手机相机闪光灯的 LED 驱动器继续是一个巨大的、不断膨胀的市场。

## 手机 LCD 背光驱动 IC 演变

手机彩色 LCD 屏的背光源是 LED, 因此要选用适合的 LED 驱动 IC。LED 工作的主要参数是  $V_F$ 、 $I_F$ , 其它相关的是颜色、波长、发光亮度、发光角度、效率、功耗。 $V_F$  正向电压是为 LED 发光建立一个正常的工作状态。 $I_F$  正向电流是促使 LED 发光, 发光亮度与流过的电流成正比例。LED  $V_F$  标称电压:  $3.4V \pm 0.2$ 。LED  $I_F$  工作电流按应用需要选用, LED 产品的  $I_F$  从 5-500-1000mA。

手机彩色 LCD 屏的背光一般是使用 2-8 颗 LED 灯, 它们的驱动用并联或单颗恒流供电的方式居多。自 2000 年来, 手机彩色 LCD 屏常用 LED 驱动器有 DC/DC 开关稳压器 (Boost)、电荷泵 (Charge Pump)、恒流源 (Constant) 和低压差稳压器 (LDO)。手机彩色 LCD 屏使用的 LED 驱动器如图 1 所示。

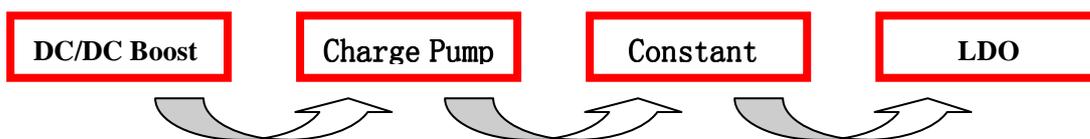


图 1 手机彩色 LCD 屏使用的 LED 驱动器

## 四种不同的 LED 驱动器

DC/DC 开关稳压器是用电感器来储存电能的, 而电感器容易发射开关频率, 易对射频 (RF) 发生新的干扰, 因此在手机产品中用得较少。

电荷泵也是一种开关稳压器, 它是用电容器作电能储能, 因而不会发射开关频率, 在手机产品中占了最大的份额。

LED 发光要求  $I_F$  恒流, 恒流源就是针对这个市场而特别设计、生产的, 恒流源的价格是电荷泵的 50%, 因而近年来在普及型手机产品中也占有一定的份额。

普及型手机产品苛求成本下降, 手机背光驱动单元尚可榨油的就是降低 LED 驱动器的成本。大多数手机的关机电压设计在电池电压降至 3.3V 时 (图 2), 因此恒流源就设计成在 4.2V-3.3V 时恒流输出 20-30mA, 3.3V 以下输出电流急降。

恒流源输入电压与负载电流关系如图 3。电荷泵的优点是效率 ( $\eta$ )，但大多数电荷泵在 4.2V-3.3V 时其转换效率并不高，当电池电压降到 3.0V-2.5V 时它的转换效率能达 85-90%，可惜在目前大多数的手机方案中并不能发挥其优势。典型的电荷泵的输入电压与效率关系如图 4。

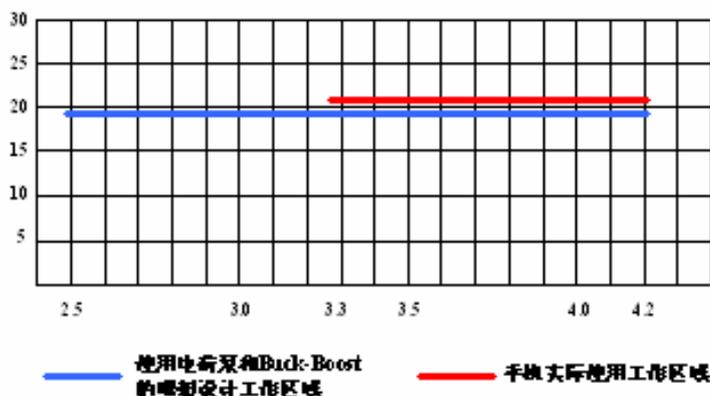


图 2 手机电池实际工作区域

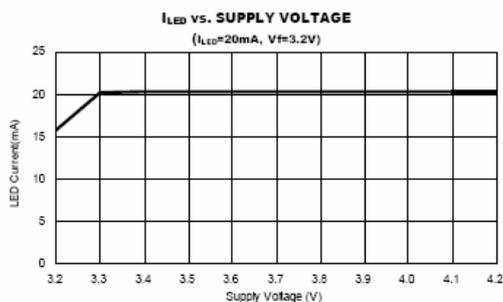


图 3 恒流源输入电压与负载电流关系

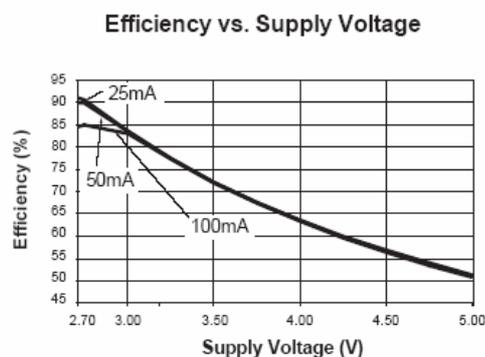


图 4 电荷泵的输入电压与效率关系

LDO 是一个性能很好的低压差稳压器，输出电压稳定，当负载不变时，它流过负载的电流也恒定，基于此原理 LDO 也是一个很好的 LED 驱动器。LDO 工作在稳压—稳流模式下，使用匀流电阻以获得近似匹配的白光 LED 亮度，只要根据一只 LED 的正向电压的变化即可自动调节偏置电压，可改善大批量生产时对 LED 匹配度的要求，增加宽容度。选用 SOT23 封装的 LDO 可提高系统的性价比。LDO 可提供较高的电源共模抑制比 (PSRR)。LDO 的额定输出电流较大，而作 LCD 背光驱动时仅使用它输出能力的 1/5-1/3，冗余较多，其时压差也小，芯片不易发热，无需过多考虑散热问题。因而用 300-500mA 的 LDO 来做普及型手机 LCD 背光驱动器是一种低成本设计的选择 (图 5)。

### 手机关注成本 LDO 赢得新的机会

就目前手机用 LED 驱动 IC 市场价格而言，一个 DC/DC (Boost) 的售价是 USD0.12-0.15，一个电荷泵的售价是 USD0.18-0.25，一个恒流源的售价是 0.09-0.12，一个 LDO 只几分美金，对于降低手机背光驱动单元成本而言，确实颇有吸引力，有一定的降价和利润空间，今年来不少普及型手机都已选用。

普及型手机的背光驱动技术趋向简单而力求低成本，是因为背光驱动的成本对生产厂家日显重要，节省下来的是厂家纯利润；大多数手机设计自动关机的电

池电压为 3.28-3.0V，锂电池电压降至 3.28V 以下已无实际使用价值；事实上最终用户并不计较细微的背光驱动 IC 功耗差别，并不太计较电池使用时间的长短，对 LCD 亮度的细微变化并不敏感，亮度调节实用意义不大。

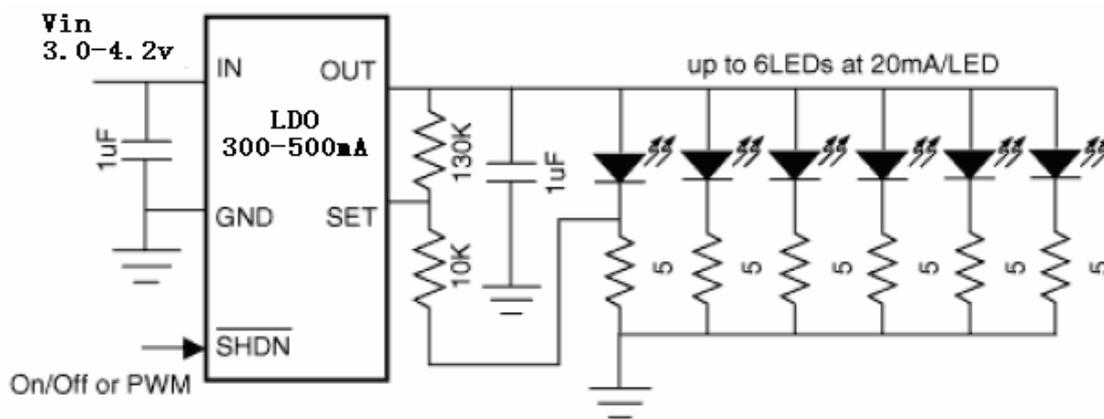


图 5 用 LDO 作手机 LCD 的背光驱动器

表 1 是手机背光驱动芯片真值表，从表中可对手机彩色 LCD 屏常用 LED 驱动器如 DC/DC 开关稳压器 (Boost)、电荷泵 (Charge Pump)、恒流源 (Constant) 和低压差稳压器 (LDO) 作一技术性能与市场经济和使用成本的综合评估。

从电荷泵、恒流源、低压差稳压器性能/价格比较来看，电荷泵、恒流源、低压差稳压器作背光使用实际效果相差不大；电荷泵、恒流源、低压差稳压器使用效率理论上有所差距，但在锂电池电压  $V_{LI}=4.2\sim 3.0V$  时实际使用效率相近；低压差稳压器使用时自身功耗较低；低压差稳压器的使用成本较低。

LDO 的性价比为在普及型手机 LCD 背光应用赢得新的机遇。因此，用 300mA LDO 来作 LED 背光驱动已是时下不可言传的暗行技术！普及型手机 LCD 背光使用 LDO 做 LED 的驱动器将是一个新的趋向。BL8563、BL8558 是一很好的选择。

表 1 手机背光驱动芯片真值表

使用器件	市场单价	需要周边器件	电源利用效率	自身功耗 Power Dissipation	应用成本评估
电感升压开关 稳压器 Boost	USD0.12-0.15	电感器X1 电容器X2 (肖特基二极管)	75-90%	350-450mW	高
电荷泵 Charge pump	USD0.20-0.25	电容器3-4	80-90%	500-660mW	较高
恒流源 Constant current	USD0.09-0.12	电容器X1	70-80%	300-360mW	较低
低压差稳压器 LDO (300mA) Low Self Noise	USD0.04-0.06	电容器X2 电阻器3-4	65-75%	150-350mW	低

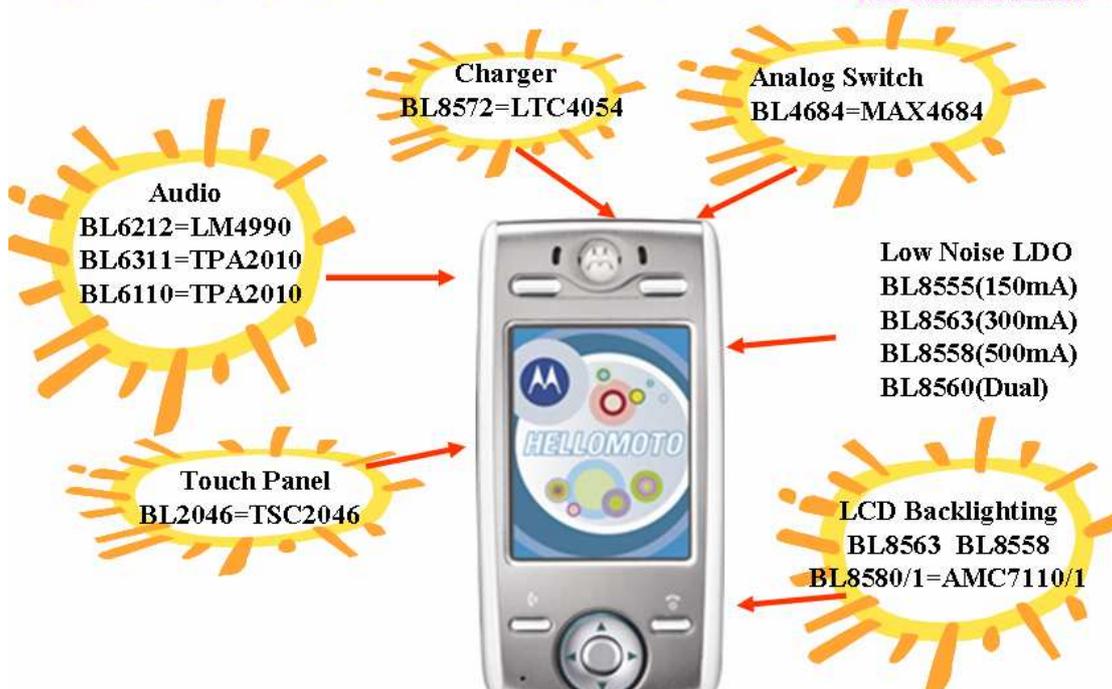
★ 功耗与芯片工作模式 (PWM/PFM)、输出电压、输出电流和封装的大小密切相关

Alec 2007-12-28

参考资料:

- 低压差线性稳压器的选用技术 颜重光  
[http://www.eetchina.com/ART\\_8800298692\\_628868\\_TA\\_6be9e90a.HTM](http://www.eetchina.com/ART_8800298692_628868_TA_6be9e90a.HTM)
- 手机相机的低压闪光灯驱动电路设计及器件选择指南 颜重光  
[http://www.cellphone.eetchina.com/ART\\_8800350556\\_2000007\\_TA\\_1ec71383.HTM](http://www.cellphone.eetchina.com/ART_8800350556_2000007_TA_1ec71383.HTM)
- 可驱动 32 个 LED 的 BL8532 颜重光  
[http://www.mediaplayer.eetchina.com/ART\\_8800478494\\_2200003\\_TA\\_7ca8fe1b.HTM](http://www.mediaplayer.eetchina.com/ART_8800478494_2200003_TA_7ca8fe1b.HTM)
- LCD 显示屏的器件选择和驱动电路设计 颜重光  
[http://www.ed-china.com/ART\\_8800011795\\_400003\\_500002\\_TS\\_9041a624.HTM](http://www.ed-china.com/ART_8800011795_400003_500002_TS_9041a624.HTM)
- 便携产品电源芯片的应用技术 颜重光  
[http://www.eetchina.com/ART\\_8800403765\\_628868.HTM](http://www.eetchina.com/ART_8800403765_628868.HTM)
- TFT-LCD 背光设计策略 颜重光  
<http://www.eepw.com.cn/article/7633.htm>
- 手机背光驱动技术的新演变 颜重光  
[http://www.eetchina.com/ART\\_8800489847\\_480701\\_TA\\_331346e2.HTM](http://www.eetchina.com/ART_8800489847_480701_TA_331346e2.HTM)

## 贝岭芯片手机上的应用



Alec

alecyan@belling.com.cn

alecyan@sh163.net

021-64854563

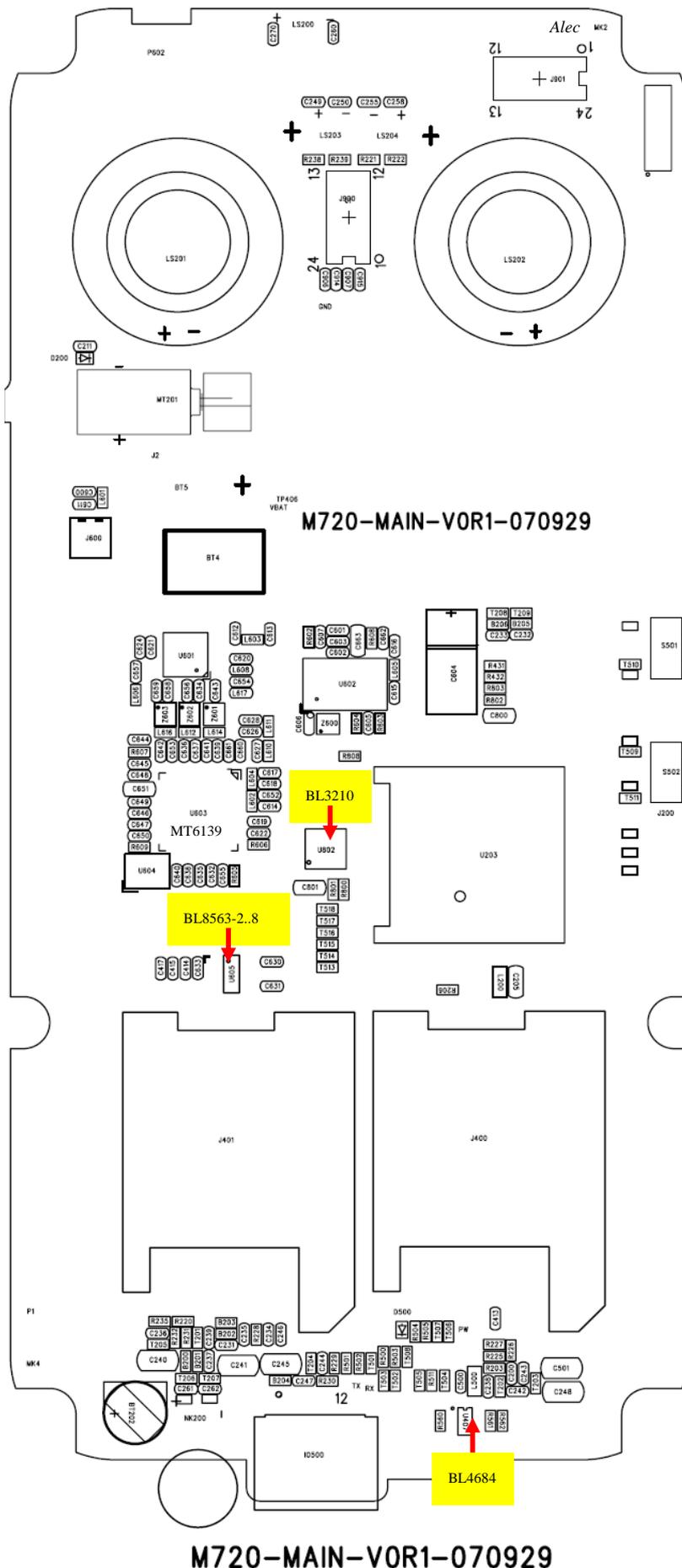
13701600663

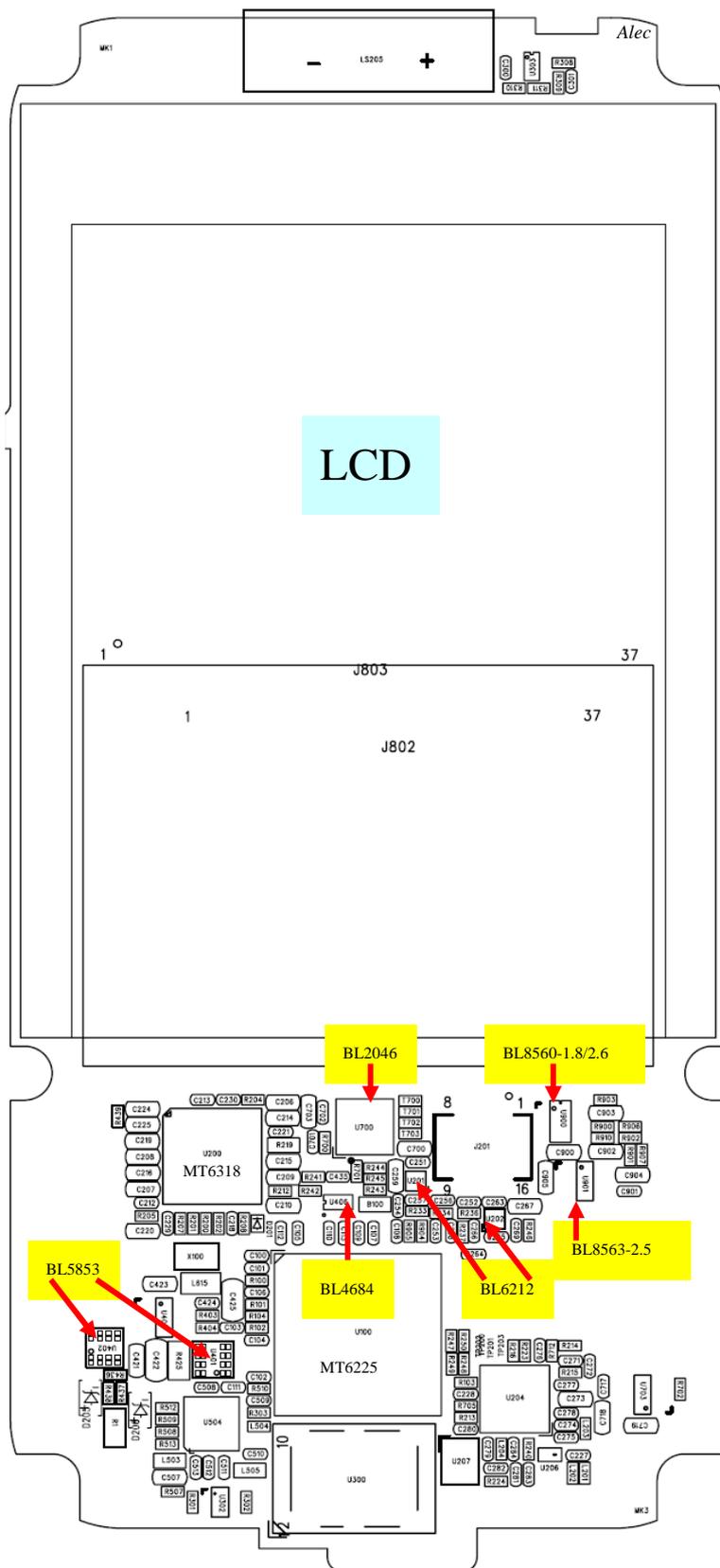
贝岭手机周边芯片在 MTK 手机方案中的应用

MTK 手机方案  
MT6225+MT6139+MT6318

主板 A 面  
可选用贝岭芯片

- 1) LDO: BL8563-2.8
- 2) Analog Switch: BL4684





**MTK 手机方案**  
**MT6225+MT6139+MT6318**

**主板 B 面**  
 可选用贝岭芯片

- 1) LDO: BL8563-2.5
- 2) LDO: BL8560-1.8/2.6
- 3) Analog Switch: BL4684
- 4) Touch Panel: BL2046
- 5) Audio: BL6212X2



上海贝岭股份有限公司      上海宜山路 810 号

86-21-64850700 64854563      alecyan@belling.com.cn

# BL75R06 近距离非接触射频识别 IC 卡芯片

上海贝岭股份有限公司 颜重光高工

关键词: 13.56MHz 非接触卡 无线射频识别技术 卡市场

摘要: 从市场角度分析金卡市场的发展趋势; 从技术角度剖析 BL75R06 的内部结构, 分析用其做成的非接触卡的架构和工作原理。

近距离的非接触卡的广泛应用使得金卡市场由接触式向近距离的非接触式过渡, 预计 13.56MHz 的 RFID 近距离的非接触卡市场在今冬和明年将有飞快的增长。

无线射频识别技术简称 RFID(Radio Frequency Identification)是非接触的自动识别技术, 其基本原理是利用射频信号和电磁的空间耦合、传播的传输特性, 实现对被识物体的自动识别, 是一种综合多学科、多技术的应用技术; 其关键技术包括: 芯片技术、天线技术、无线电收发技术、数据变换与编码技术、电磁传播技术, 以及封装、制卡、系统集成等多项技术。

13.56MHz 非接触卡工作在近场距离内, 通过智能卡天线和读卡器天线的电感耦合(一种类似变压器的耦合)的方式从发射天线上获取能量和下行指令, 用负载调制(Load Modulation)的方法向读卡器返回数据。

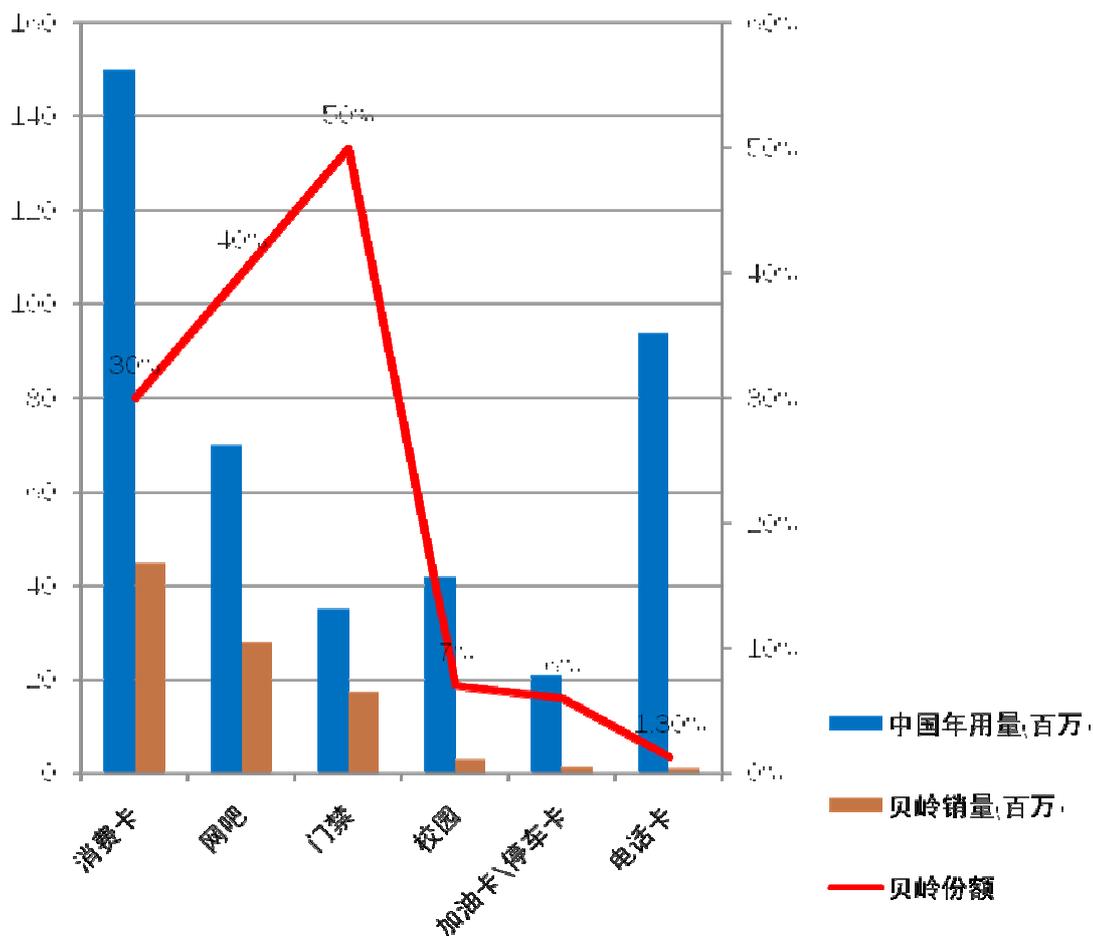
13.56MHz 的 RFID 近距离的非接触卡正在越来越多地赢得各种智能卡、消费卡、题材卡的市场, 购物卡、校园卡、网吧卡、电话卡、加油卡、停车卡、公交卡、门禁卡等与人已发生亲密接触, 成为人们不可缺一的电子钱包和身份识别重要证件。

## IC 卡市场

中国 2006 年 IC 卡市场总数达 44016 万张, 其中:

- 1) 消费卡: 15000 万
- 2) 电话卡: 9432 万
- 3) 网吧卡: 7000 万
- 4) 校园卡: 4192 万
- 5) 门禁卡: 3500 万
- 6) 公交卡: 3144 万
- 7) 加油卡: 2096 万

2007 年 IC 卡的市场增长迅猛。上海贝岭股份有限公司 2007 年计划销售约 1 亿颗 BL7442LV、BL7448SM、BL75R04SM、BL75R06 IC 卡芯片, 2007 年的实际销量将远大于此数。目前贝岭 IC 卡芯片约占中国市场总需求量的四分之一(图表 1)。贝岭公司是一家半导体芯片设计、制造、销售的 IDM, 贝岭具有芯片设计、流片、测试、切割、Inlay、封装等产业链, 因此可有效地控制产品成本。



图表 1 贝岭 IC 卡芯片约占中国市场总需求量的四分之一

### BL75R06 功能特点

BL75R06SM 是一 8Kbit E<sup>2</sup>PROM 的非接触加密存储 IC 卡芯片，由射频通讯接口、数字逻辑控制模块(包括安全控制单元)和 8Kbit E<sup>2</sup>PROM 存储器三部分集成在一个 Die 上组成，图 2 是 BL75R06 的内部拓扑结构。BL75R06 芯片在应用时直接联接由线圈组成的天线，用来进行无线传输，读写距离 10cm。

射频通讯接口部分由与天线导入的射频通讯接口、整流、稳压、调制/解调器、上电复位和时钟等部分组成；数字逻辑控制模块由要求应答、防冲突、应用选择、认证和访问控制、控制和算术单元、RAM、ROM、密码单元等部分组成；E<sup>2</sup>PROM 存储器部分由接口和 8Kbit E<sup>2</sup>PROM 存储器组成。

BL75R06 的 RF 接口符合 ISO/IEC 14443 TypeA，芯片无需电池，接收读卡器发射的能量即能激活，无线回传芯片内的 ID 号码和所需信息数据；操作距离可达 10cm，当然其距离与天线的几何形状和效率有关；工作频率为 13.56MHz；数据传输率为 106Kbit/s；16 位 CRC 校验、奇偶校验、位编码、位计数等确保传输数据的完整性和可靠性；典型交易时间包括备份管理时间小于 100ms。

E<sup>2</sup>PROM 存储容量为 8Kbit，分成 16 个扇区，每个扇区分成 4 块，每块 16 Bytes；每个存储块的访问条件可由客户自己定义；数据保持时间最少十年；擦写次数最少 10 万个周期。

BL75R06 支持 ISO14443TypeA 射频接口和支持 PHILIPS 标准读卡器芯片。

BL75R06 的 Die 照片如图 3。



图 2 BL75R06 的内部拓扑结构

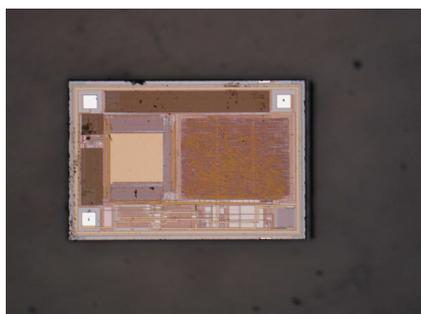


图 3 BL75R06 的 Die 照片

### IC 卡的主要架构

IC 卡的组成主要有采用类似印刷电路板腐蚀成型铜箔环状天线和绑定在其上的裸芯片 (Die) (图 4)，外加卡的两面彩塑封装，成品如图 5。

IC 卡的天线形状和匝数是与天线的工作频率有关，既要有精确的计算，也需要丰富的实践经验积累，以及与芯片的匹配。在原始设计时需要用网络分析仪来验证和调整天线的几何图形及网络匹配。

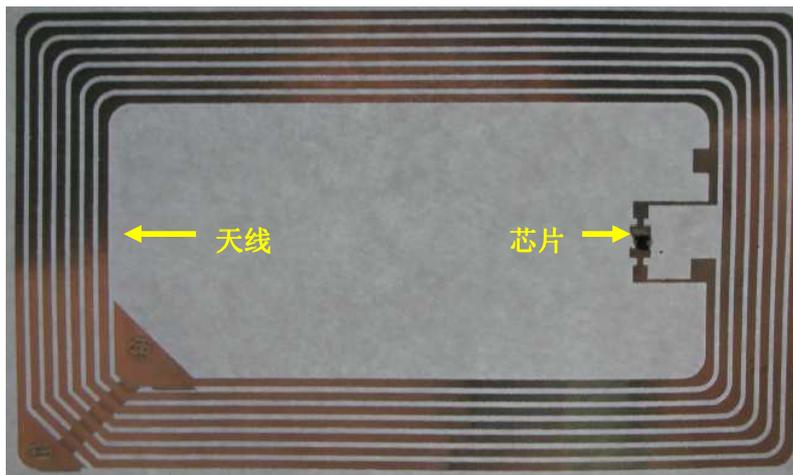


图4 卡内的天线与芯片



图5 成品 IC 卡

### IC 卡芯片的安全体系

为了提供高安全等级，BL75R06 采用了根据 ISO/IEC DIS9798-2 协议的三重相互认证体制：

- 1) 读卡器先确定要访问的扇区，然后选择密钥 A (Key A) 或密钥 B (Key B)；
- 2) 第一重是卡从扇区的 Trailer 块读出密钥和访问条件，发送一个随机数给读卡器；
- 3) 第二重是读卡器用密钥和附加的输入计算卡的响应，然后发送一个响应和另一个随机数给卡；
- 4) 第三重是卡验证读卡器的响应，然后再计算一个响应给读卡器；
- 5) 读卡器再验证卡的响应；

走完以上步骤，再发送第一个随机数后，卡和读卡器的通讯就都是加密的了。

### 通讯工作原理

BL75R06 芯片通过天线与读卡器进行交互，由读卡器发送命令，通过 BL75R06 内部的数字逻辑控制模块根据要访问的相应扇区的访问控制条件来决定命令的可操作性，并发送相应的信息或数据。读卡器向工作区射频场内所有的卡发送请求响应的命令，智能卡在上电后，根据 ISO/IEC14443A 协议的 ATQA，可以响应请求命令。在防冲突循环过程中，读卡器读出卡的 ID 序列号，如读卡器在其工作范围内有几张卡时，可通过唯一的卡 ID 序列号来识别，并选中其中一张卡做为下一步操作的对象，没被选中的卡返回到待命模式，等待下一个请求命令。读卡器发出选卡命令后，选中一张卡来认证和对相关存储器进行操作，卡返回 ATS 代码，该代码表示被选中卡的类型。卡选中后，读卡器根据要访问的存储器位置，采用响应的密匙来进行三重相互认证过程，认证通过后，对存储器的操作都是加密的。在认证通过后即进行读块、写块、加、减、恢复、转移、终止的操作。加是将块中的内容加上一个值，并把结果保存到一个临时的数据寄存器中；减是将块中的内容减去一个值，并把结果保存到一个临时的数据寄存器中；恢复是将块中内容移到临时的数据寄存器中；转移是将临时寄存器中的内容写到指定的值块中。读卡器和智能卡的无线通讯数据完整性是采用信息块的 16 位 CRC 和对每个字节带一个奇偶校验位来保证数据传输的可靠性的。

读卡器和智能卡通讯工作交易流程如图 6。

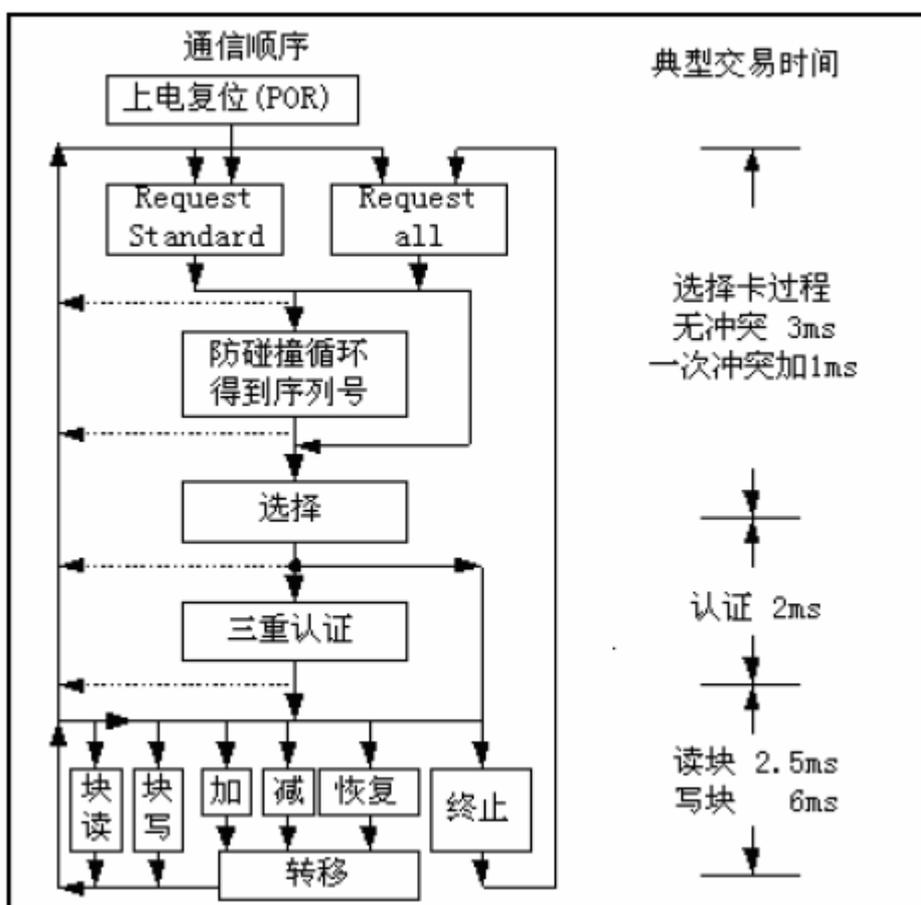


图 6 读卡器和智能卡通讯工作交易流程图

### 存储器结构

1024x8bit 的 E<sup>2</sup>PROM 存储器由 16 个扇区构成，每个扇区有四块，每块包含 16Bytes。在擦状态，E<sup>2</sup>PROM 单元读出逻辑“0”；在写状态，读出逻辑“1”。第一扇区的第一个数据

块，包含 IC 制造商的数据，出于安全和系统的需要，当 IC 制造商在生产过程中编程之后，即予写保护。其余扇区的 16Bytes 块均用于储存数据，数据块可以通过存取途经 bits 进行配置，读/写块用于非接触通行控制，数值块可用于电子钱包金额存取，如给予存钱或取钱的附加命令。任何存储器操作之前，认证命令必定先行，以确保安全。1024x8bit 的 E<sup>2</sup>PROM 存储器具有灵活的按区读写和数据锁定功能。

#### 参考文献

BL75R06 Data Sheet

*Alec*

2007-10-8

**alecyan@bellings.com.cn**

**alecyan@sh163.net**

**021-64854563**

**13701600663**

# 新型低成本电能表的设计方案

上海贝岭 技术支持：张信红 (chent)

**摘要：**本文介绍的是一款应用内置晶振的新型计量 IC 设计的低成本电能表，其性能完全可以满足 1 级表的设计要求，在国内电表市场竞争日益激烈的今天，不愧为电表企业节约成本的首要选择。

**关键词：**低成本、低功耗、内置晶振、BL0930

从 1875 年世界上第一座用于弧光灯的发电厂在法国巴黎冯火车站建成以来，已经过去了一个多世纪。英国商人于 1882 年在中国开办了上海电光公司，在 1882 年 7 月 26 日正式发电以来，电表就开始应用于各场合。电表经过一个多世纪的发展，特别是 20 世纪末和 21 世纪初，已经遍布地球各个角落。并且已开始从机械式电表向电子式电表转变。

近几年，我国电表市场正在逐步扩大，占全球市场的近 40%。由于电子式电表具有生产工艺简单、准确度高、误差曲线平直、性能稳定可靠、自身损耗低、功能容易扩展等优点，无论从质量上还是技术上都已走上了成熟，各种类型的电子式电能表、卡式预付费电子式电能表、复费率电子式电能表、电子式多功能电能表逐步被用户接受，正在成为主要产品。电子式电表在 2004 年已经占整个国内电表市场的 42%，而且这个比例还在逐年呈现上升趋势。但是，随着电子式电表的技术和市场的不断成熟，竞争将越来越激烈，对电表成本的要求越来越高。不管是电表生产企业还是前端元器件的生产企业，都在为降低成本而绞尽脑汁。而电表计量 IC 是电能表中非常关键的器件，计量 IC 的成本关系着整个电能表成本的高低。在此，我们推出一种新型低成本电能表的设计方案。本方案使用上海贝岭股份有限公司新推出的内置晶振单相电能计量芯片 BL0930。(图 1 是 BL0930 的管脚图)

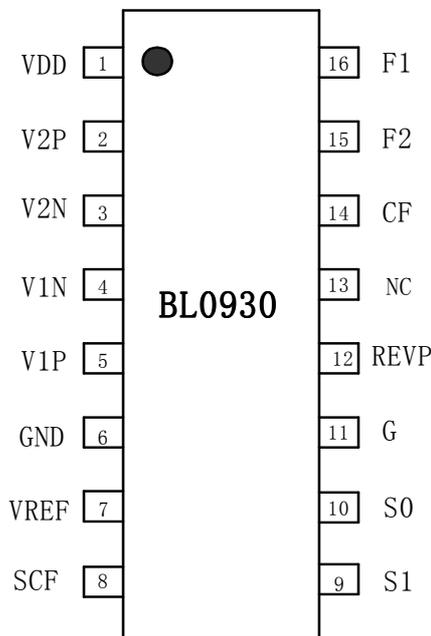


图 1 BL0930 的管脚图

BL0930 作为电子式电能表的核心计量芯片，它在设计上采用了过采样和数字信号处理技术，从而大大提高了芯片的测量精度，在输入动态范围 (500: 1) 内，非线性测量误差小于 0.1%。同时，在 A/D 转换后的数据均由数字电路进行运算和处理，保证了芯片的长期稳定性。BL0930 对正、反向有功功率均可进行测量，并且可转换成正向有功功率的脉冲输出，

同时可以输出指示反向用电情况，具有较强的防窃电能力。该芯片采用高频和低频两种脉冲输出，既可用于校验和 MCU 处理，又可直接推动计度器进行电量累积。

另外，该芯片采用 0.35μm CMOS 工艺技术，功耗极低，只有 15mW。尤其是 BL0930 芯片内置晶振，封装为 SOP16。其外围电路很少、设计方便、结构简单、成本低，在电表市场竞争日益激烈的现在，是电表企业的很不错的选择。

根据 IEC 61036:2000 《1 级和 2 级静止式交流有功电能表》和 GB17215-2002 《1 级和 2 级静止式交流有功电能表》的要求，我们可以采用 BL0930 设计出符合 1 级表要求的电能表电路。

表 1 GB17215-2002 的精度要求

电 流 值 (分流器接入)	功率因数	各等级仪表百分数误差极限	
		1 级	2 级
0.05Ib ≤ I < 0.1Ib	1	±1.5	±2.5
0.1Ib ≤ I ≤ Imax	1	±1.0	±2.0
0.1Ib ≤ I < 0.2Ib	0.5 感性	±1.5	±2.5
0.2Ib ≤ I ≤ Imax	0.5 感性	±1.0	±2.0

设计输入：

输入电压=220VAC

I max=30A, Ib=5A

计度器=400imp/kWh

仪表常数=3200imp/kWh

分流器阻值=500μΩ

工作模式 (SCF、S1、S0) =0、1、0

系统增益=16, 即±41mV。

输入电压的衰减是通过简单的九级电阻分压网络来实现的, 该衰减网络应该允许至少有 ±30% 的校验范围。而分压网络的 -3dB 频率是由两个并联的电阻和电容来实现的, 根据

$f_{-3dB} = \frac{1}{\sqrt{(2\pi R_{10} \cdot C_8)^2}}$  计算和通道 1 与通道 2 的匹配, 我们选定 R10=1KΩ、C8=33nF。通过 9 级的电阻分压网络, 在进行精度校验时, 从 R5 至 R13 进行分级调整; 到最后一级 R13 时, 精度可以调整 0.05%。另外, 有一点要注意的是在最后一级与芯片引脚 VIP 之间放置一个阻值较大的电阻, 以减少调试过程中, 电烙铁对芯片的直接影响。

电流通道的设计: 考虑通道平衡和分流器寄生电感的影响, 采用简单的 RC 滤波器设计,

即 R1=R2=1KΩ, C1=C2=33nF, 同样满足  $f_{-3dB} = \frac{1}{\sqrt{(2\pi R_1 \cdot C_1)^2}}$ ,  $f_{-3dB} = \frac{1}{\sqrt{(2\pi R_2 \cdot C_2)^2}}$ 。

电源电路设计是采用阻容分压网络 (即 C7 和 R6) 组成简单的低成本电源方案。C7 是一种耐压达到 275VAC 的金属聚酯薄膜电容器, 容量为 470μF, R6 为 3W470Ω 的金属氧化膜电阻。为了减少计度器输出对电源的影响, 在 F1、F2 输出端接两个电容 (即 C9 和 C10) 对地。另外, 校验检测则采用常规的光耦隔离方式。(图 2 是电路设计原理图)

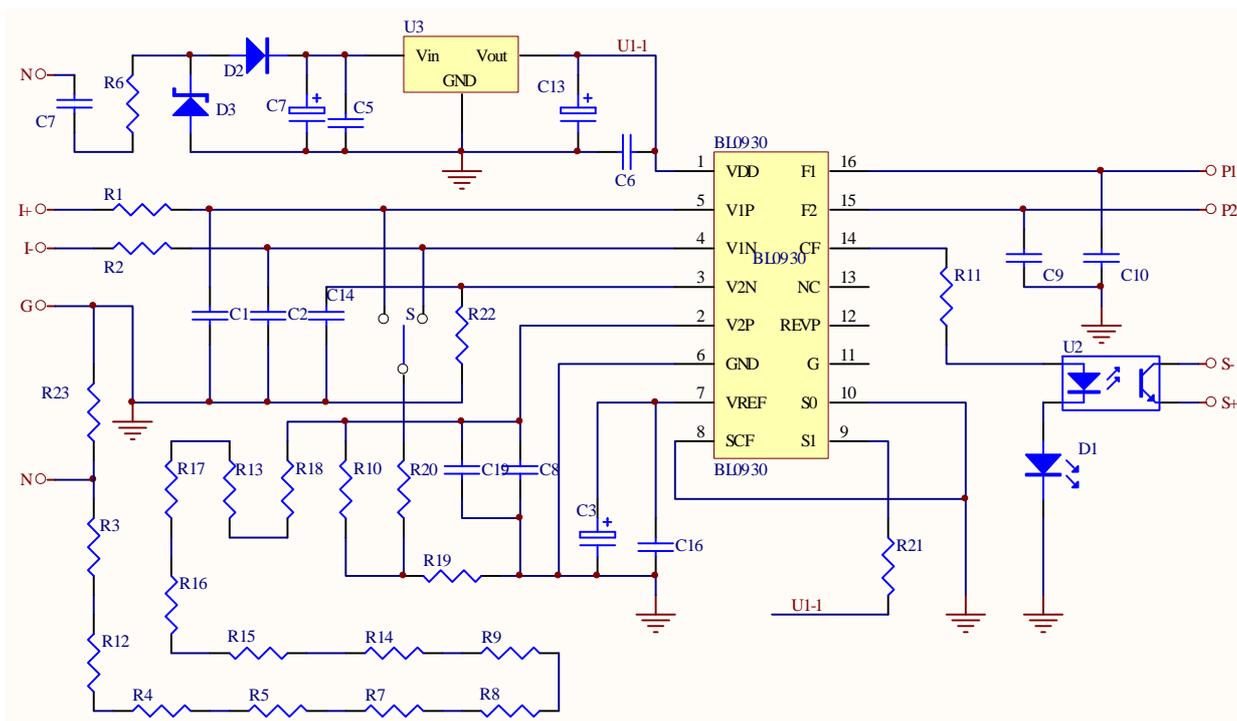


图 2 电路设计原理图

在设计 PCB 时，既要考虑对传导或辐射电磁干扰的敏感性又要考虑模拟信号的性能。要保证在较宽的动态范围内精度正常，减小电子噪声的影响，必须对噪声和电磁干扰敏感的部分电路进行隔离。同时，要考虑抗电磁干扰和抗静电放电设计。所以 PCB 应为 FR-4 的环氧树脂玻璃纤维板，采用双面走线，模拟部分和高压部分左右隔离，并在光耦处开槽隔离。图 3—图 6 是 PCB 设计的各个层面图。

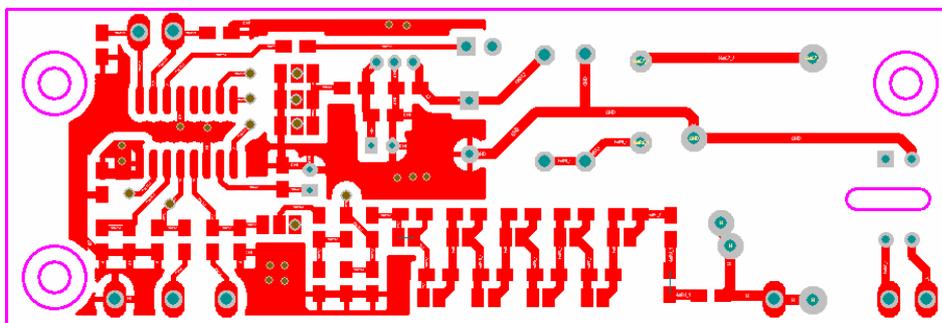


图 3 PCB 顶层布线图

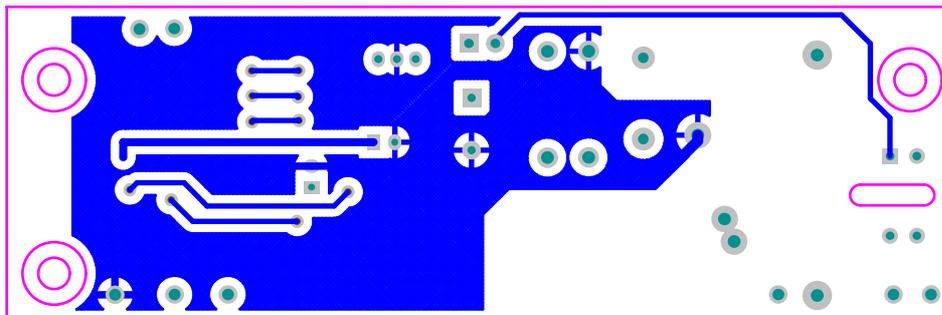


图 4 PCB 底层布线图

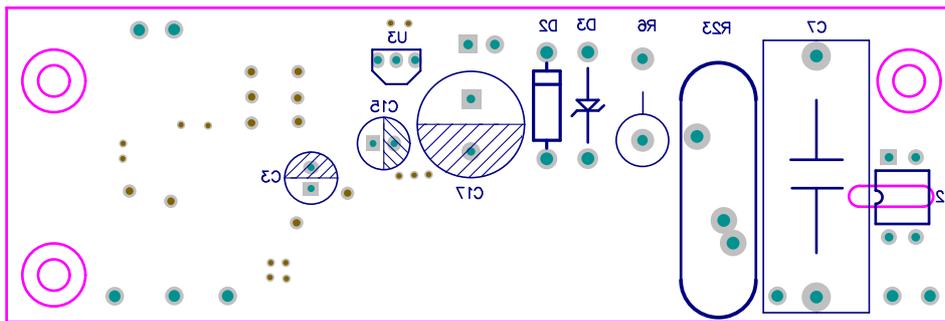


图 5 PCB 顶层丝印图

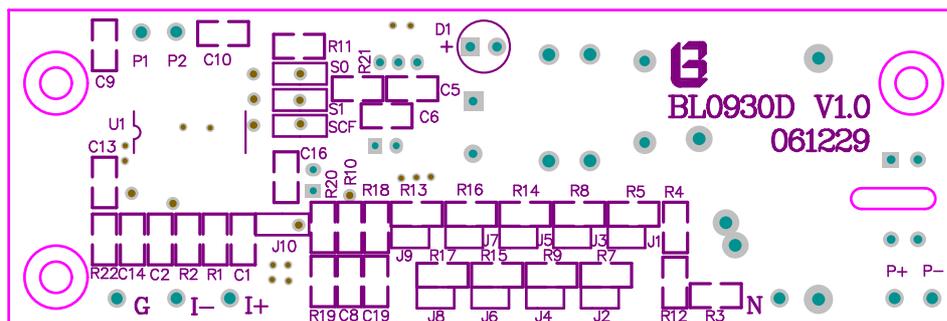


图 6 PCB 底层丝印图

以下我总结的四点 PCB 设计的心得：

IN12 脚 R<sub>evp</sub> 在不外接其它电路时，应让其浮空。

PIN1 脚 V<sub>dd</sub> 和 PIN7 脚 V<sub>ref</sub> 的外接电容，应尽可能地靠近管脚。

电流采样 V<sub>IP</sub> 和 V<sub>IN</sub> 的外接电路参数应尽量平衡，走线应保持平行，并尽可能短，以减少外界的干扰。

PCB 的模拟铺地应尽可能大，同时保证铺地间隔应不小于 0.4mm。

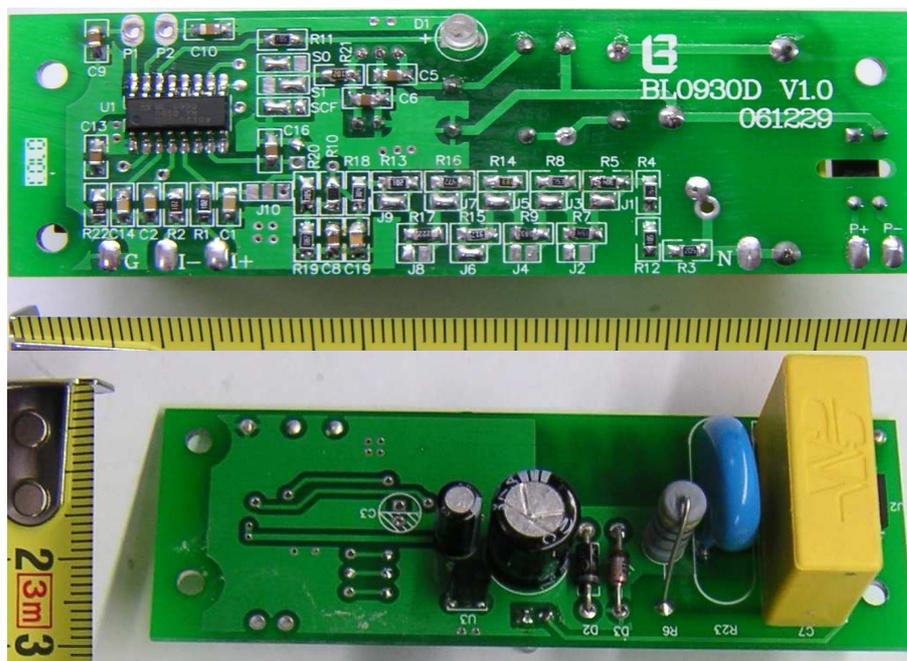


图 7 PCB 实物图

表 2 BL0930 设计的 BOM 表

序号	类别	规格	封装	数量	代号					备注
1	贴片电容		0805	1	C19					调整用
2	贴片电容	4700PF	0805	2	C10	C9				
3	贴片电容	22nF	0805	1	C1					
4	贴片电容	33nF	0805	3	C8	C2	C14			
5	贴片电容	0.1uF	0805	4	C6	C5	C13	C16		
6	贴片电阻	2	0805	1	R19					
7	贴片电阻	560	0805	1	R11					
8	贴片电阻	2.4K	0805	1	R13					
9	贴片电阻	1K	0805	5	R10	R22	R21	R1	R2	
10	贴片电阻	4.7K	0805	1	R17					
11	贴片电阻	9.1K	0805	1	R16					
12	贴片电阻	18K	0805	1	R15					
13	贴片电阻	36K	0805	1	R14					
14	贴片电阻	75K	0805	1	R9					
15	贴片电阻	150K	0805	1	R8					
16	贴片电阻	300K	0805	2	R7	R18				
17	贴片电阻	620K	0805	1	R5					
18	贴片电阻	1M	0805	3	R12	R3	R4			
19	贴片电阻	3M	0805	1	R20					
20	电解电容	470uF/10V	C-10	1	C17					
21	电解电容	10uF/50V	C-5	2	C3	C15				C3 可不用
22	安规电容	470nF/275V	C-2610	1	C7					
23	功率电阻	470/2W	R0120H	1	R6					
24	压敏电阻	GNR14D681K	YM20D	1	R23					
25	LED		LED	1	D1					
26	二极管	IN4007	DIODE	1	D2					
27	稳压管	8.2V	DW	1	D3					
28	IC	BL6505	SO-16-L	1	U1					
29	光耦	NEC2501	DIP4	1	U2					
30	稳压器	78L05	TO-92A	1	U3					
31	PCB	BL0930D V1.0 061229		1						
44										

电表样品调试和设计验证完全可以达到原设计要求。样品调试数据见表 3。

表 3 样品调试数据

样品号	样品 1		样品 2		样品 3		样品 4		样品 5	
	Ib	0.5L	Ib	0.5L	Ib	0.5L	Ib	0.5L	Ib	0.5L
100%Ib	0	0.053	0.106	-0.053	-0.053	-0.212	0.053	0.053	0	0
10%Ib	-0.106	-0.159	-0.033	-0.371	-0.265	-0.583	0.106	0.212	-0.2	-0.503
5%Ib	-0.053		-0.212		-0.583		0.16		-0.318	
5%-100%	-0.053	-0.212	-0.318	-0.318	-0.53	-0.371	0.107	0.159	-0.318	-0.503

说明：参数比较中 Ib 表示为 5%-100%，0.5L 表示为 10%-100%

从以上的设计可以看出，电表性能完全能够达到设计标准。整体电路元器件较少，结构简单，设计方便，整个 PCB 大小可以控制在 3cm×9cm，总体元器件最多 43 个，成本很低，并且能够适用于各种类型的 1 级和 2 级表的设计。

#### 参考文献

GB17215-2002 1 级和 2 级静止式交流有功电能表  
内置晶振单相电能计量芯片 BL0930\_datasheet

2007-3-20

chent@belling.com.cn

021-64850700-380

13761263949

## BL55066 通用 LCD 驱动与控制电路应用指南

上海贝岭股份有限公司 技术支持部 李 清

BL55066 是一款通用型液晶控制和驱动单芯片,具有 4 背极和 24 段极共 96 位元的输出能力,适用于常用低占空比的字符/图形式液晶屏幕。BL55066 具有兼容多数单片机系统的双向二线式串行总线通讯接口,可以级联使用,其显示 RAM 具备自动地址增量功能,可以方便的进行显示数据刷新,其独特的设计使其功耗比同类产品低 15%至 40%,可广泛应用于电能表、水表、汽表或其他以电池供电的仪表、玩具、学习机、手持仪表及其它各类低功耗便携仪表。

### 一、典型应用线路

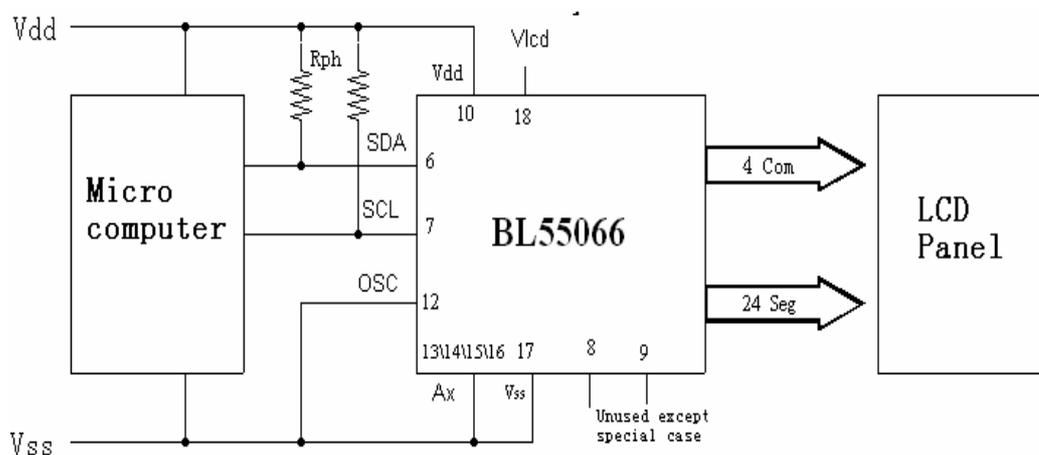


图 1

- 1) Rph 为阻值 10K $\Omega$  的上拉电阻,如 MCU I/O 口有内置上拉电阻则可省略。
- 2) 常规应用时 12 脚 OSC 接地,选择内部 RC 振荡时钟。
- 3) 单片应用时可将 A0、A1、A2、SA0 全部接地。多片应用时根据 SA0 接“1”或“0”可分别产生两个 I2C 从地址“7E”或“7C”,每个从地址下根据 A0、A1 和 A2 所接电平又最多可串接 8 片 BL55066。
4. Vdd 与 Vlcd 之间的压差即液晶屏工作电压,液晶屏与芯片的工作电压相同时 Vlcd 可直接接地(Vss),也可通过一数千欧姆接地以调节液晶显示对比度。  
例 1: 芯片工作电压为 5V,液晶屏工作电压 3V,则 Vlcd = 2V  
例 2: 芯片工作电压为 3V,液晶屏工作电压 5V,则 Vlcd = - 2V
5. 当 Vlcd 不接地时,推荐采用独立电源供电。但由于流出 Vlcd 脚的电流仅为约 10 $\mu$  A,所以当液晶屏工作电压小于 Vdd 时,通常节省成本的做法是通过 Vdd 和 Vss 之间串联的两个数千欧电阻分压取得 Vlcd,此时 Vlcd 端需要接一个到地的 0.1u 去耦电容。
6. 第 8 脚 SYNC 为同步信号输入,第 9 脚 CLK 为时钟输入或输出,它们都是多片级联使用时才用到,单片 BL55066 应用时可不理会,悬空即可。

## 二、控制命令说明

1) BL55066 与单片机通过 I2C 接口进行通信，根据 I2C 协议规范，数据传输以“S”位为起始条件，以“P”位为结束条件，见图 2。

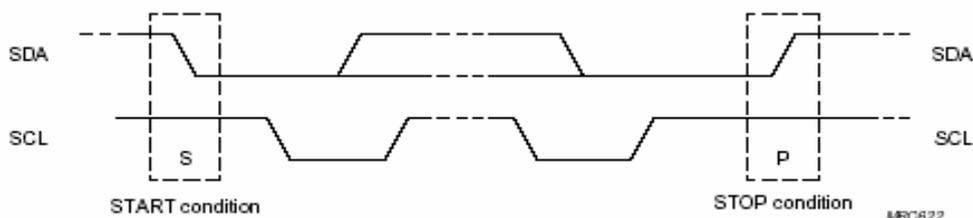


图 2

2) BL55066 是 I2C 总线从接收器，它不会主动向 I2C 主控器发送数据，其唯一发送的是每接收完 8 个比特后的第 9 位确认位（见图 3），亦即在第 9 个 SCL 脉冲到来前将 SDA 拉低。

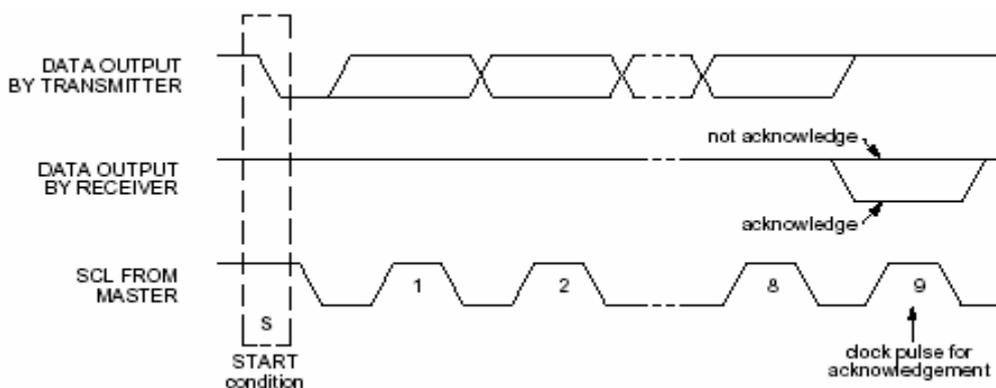


图 3

3) 要在液晶屏上显示数据，MCU 首先必须对 BL55066 进行初始化，具体过程为首先发送“S”条件，然后发送 BL55066 的 I2C 从地址“7C”（假定 SA0=“0”），此后 BL55066 便开始接收初始化指令和数据。

4) BL55066 共有 4 条控制命令，具体见有关数据页，根据“C”位为“1”或“0”可连续或单独发出。

5) 建议的初始化命令串顺序为：“方式设定”→“闪烁控制”→“器件选择”→“数据指针”，之后便可开始以 byte 为单位传送显示数据。

假定液晶屏为 4 背极 1/3 偏压，BL55066 工作于正常功耗模式，闪烁控制关闭，则发送的初始化命令依次为：

- 0x7C ; 从地址
- 0xC8 ; 方式设定
- 0xF0 ; 闪烁控制
- 0xE0 ; 器件选择，假定 A0、A1、A2、SA0 管脚全部接地

0x00 ; 数据指针, 假定从地址 00 开始写入, 因为是最后一条命令, MSB 为“0”, 此命令后直接开始传送显示数。

6) 虽然初始化后再刷新显示数据时只需发送“器件选择”、“数据指针”+显示数据, 但为提高抗干扰能力建议每次刷新显示数据都加入“方式设定”命令。

### 三、单片机编程注意事项

#### 1) MCU I/O 端口模拟 I2C 接口

I2C 是双向总线, 标准器件 (比如 BL55066) 都是以漏极或集电极开路形式接入的, 总线上的高电平是由上拉电阻或上拉电流源产生的。当 MCU 以通用 I/O 口接入时必须注意不能直接将端口设为输出并置“1”来输出高电平, 否则当其他器件试图拉低总线时会产生很大的灌电流 (数 mA), 不利于数据传输可靠进行。图 4 是某表计 SCL 线上的波形, 其高电平由 I/O 口直接置“1”产生, 由于其第 9 位 ACK 脉冲过窄, 造成 BL55066 有时判别传输速度过

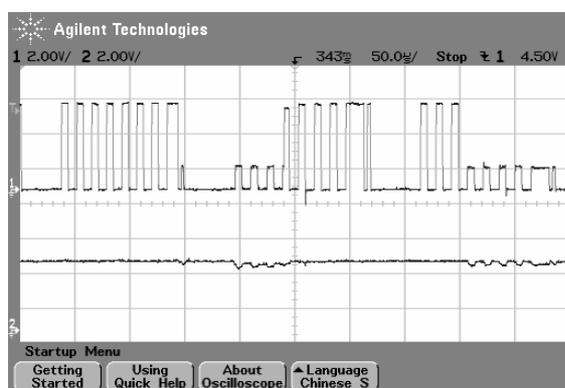


图 4

快而将 SCL 总线拉低, 通知 MCU 数据传输过快, 这就是所谓的“I2C 时钟同步特性”。那些低的 SCL 脉就是由 BL55066 拉低的, 由于 BL55066 的陷电流仅为数 mA, 无法完全吸收 I/O 口的灌电流, 所以并未将 SCL 拉到“0”电平, 这实际上已经是很严重逻辑冲突了。所以推荐的 MCU 模拟 I2C 端口方法是,

- 输出“1”: I/O 口设为输入, 由上拉电阻产生高电平;
- 输出“0”: I/O 端口设为输出, 置“0”, 直接输出低电平。

#### 2) 通讯速度

BL55066 是标准 I2C 器件, 常规耗电模式下其通讯速度可达 100k 比特/秒, 其时序参见图 5, I2C 规范规定 SCL 高电平宽度 t<sub>HIGH</sub> 最小不小于 4 μs, 低电平宽度 t<sub>LOW</sub> 最小不小于 4.7 μs。必须注意在节电模式下, 由于内部 RC 振荡频率降到 22.7KHz 左右, BL55066 虽可以全速接收数条控制命令, 但如果全部显示数据仍以 100Kbps 传输, BL55066 内部会来不及处理而造成显示数据丢失。解决方法一是刷新显示数据前先将 BL55066 设为常规耗电模式, 再传送显示数据, 完成后再设回节电模式。解决方法二是在节电模式下将通讯速度降为 40Kbps 左右, 从编程角度考虑, 解决方法一比较容易实现。用户在用 BL55066 直接替换 HL6024 时尤其必须注意节电模式下数据传输速度, 因为 HL6024 功耗比较大, 所以通常

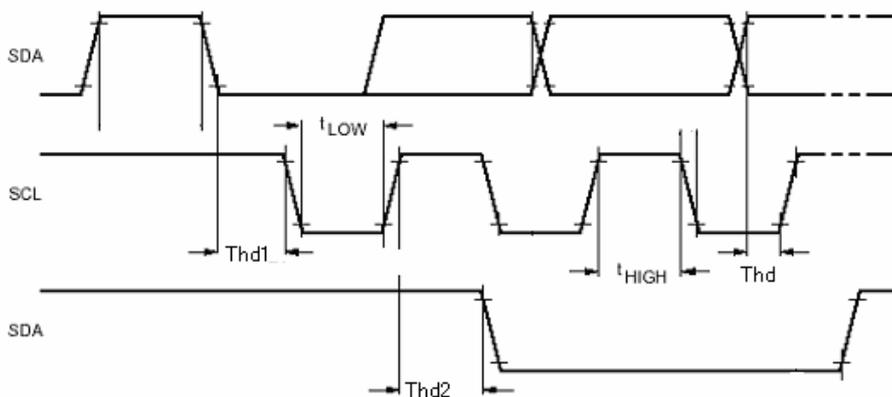


图 5

必须工作在节电模式下，由于它是 400Kbps 的快速 I2C 器件，节电模式下仍能快速（比如 70Kbps）接收显示数据，如果相关 MCU 程序未经修改直接应用到 BL55066，往往会造成显示乱码。解决方法是干脆不用节电模式，因为 BL55066 常规耗电模式几乎比 HL6024 节电模式功耗还小，或采用上面提到的方法即先从节电模式退出进常规模式，显示数据刷新完后再进节电模式。

#### 四、如何提高 BL55066 EMC 电磁兼容能力

BL55066 的上电复位电压约在 1.2V 左右，亦即供电电压低于 1.2V 时显示 RAM、工作方式控制寄存器均会复位。采用 BL55066 液晶驱动 IC 的电表等仪表在进行群脉冲以及静电接触、空气放电测试时，由于强干扰产生的 Vdd 电压跌落以及从液晶屏耦合进的干扰信号，会发生显示闪动，无显示等现象。解决方法是加强电源滤波，增强屏蔽，增强 I2C 总线抗干扰能力等等，具体方法因涉及到仪表整体设计，不能一一列举，以下几条仅供参考。

1. 通过一个数百  $\Omega$  电阻向 BL55066 的 Vdd 供电，电阻放置尽量靠近 Vdd 管脚，Vdd 管脚处另加一个 0.1 $\mu$  滤波电容。
2. 如果 MCU 的 I/O 管脚充裕，可用其直接给 BL55066 供电，或用其控制 BL55066 的供电电路，这样可方便地关断 BL55066 的供电以进行硬复位。
3. 通向 BL55066 的 SCL、SDA 线中各串一 10 $\Omega$  电阻。
4. 在 4 个 COM 端各接一个 1nF 的电容到地。

2007

liqing@belling.com.cn

021-64850700-365

13764621827

# BL55076 通用 LCD 驱动与控制电路应用指南

上海贝岭股份有限公司 技术支持部 李 清

BL55076 是一款通用型液晶控制和驱动单芯片，具有 4 背极和 40 段极共 160 位元的输出能力，适用于常用低占空比的字符/图形式液晶屏幕。BL55076 具有兼容多数单片机系统的双向二线式串行总线通讯接口，可以级联使用，其显示 RAM 具备自动地址增量功能，可以方便的进行显示数据刷新，可广泛应用于电能表、水表、汽表或其他以电池供电的仪表、玩具、学习机、手持仪表及其它各类低功耗便携仪表。

## 一、典型应用线路

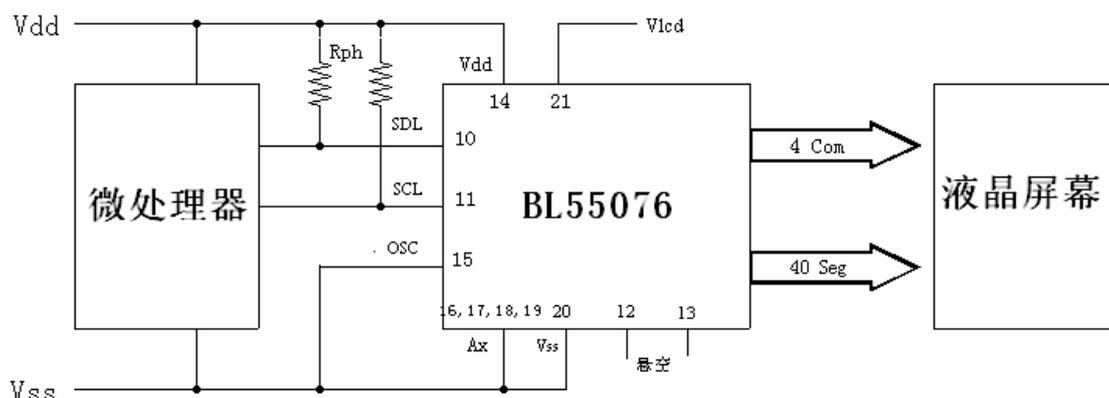


图 1

- 1) Rph 为阻值 10K $\Omega$  的上拉电阻，如 MCU I/O 口有内置上拉电阻则可省略。
- 2) 常规应用时 15 脚 OSC 接地，选择内部 RC 振荡时钟。
- 3) 单片应用时可将 A0、A1、A2、SA0 全部接地。多片应用时根据 SA0 接“1”或“0”可分别产生两个 I2C 从地址“70”或“72”，每个从地址下根据 A0、A1 和 A2 所接电平又最多可串接 8 片 BL55076。
- 4) Vdd 与 Vlcd 之间的压差即液晶屏工作电压，液晶屏与芯片的工作电压相同时 Vlcd 可直接接地（Vss），也可通过一数千欧姆接地以调节液晶显示对比度。  
 例 1：芯片工作电压为 5V，液晶屏工作电压 3V，则 Vlcd = 2V  
 例 2：芯片工作电压为 3V，液晶屏工作电压 5V，则 Vlcd = -2V
- 5) 当 Vlcd 不接地时，推荐采用独立电源供电。但由于流出 Vlcd 脚的电流仅为约 10 $\mu$ A，所以当液晶屏工作电压小于 Vdd 时，通常节省成本的做法是通过 Vdd 和 Vss 之间串联的两个数千欧电阻分压取得 Vlcd，此时 Vlcd 端需要接一个到地的 0.1u 去耦电容。
- 6) 第 12 脚 SYNC 为同步信号输入，第 13 脚 CLK 为时钟输入或输出，它们都是多片级联使用时才用到，单片 BL55076 应用时可不去理会，悬空即可。

## 二、控制命令说明

- 1) BL55076 与单片机通过 I2C 接口进行通信，根据 I2C 协议规范，数据传输以“S”位为起始条件，以“P”位为结束条件，见图 2。

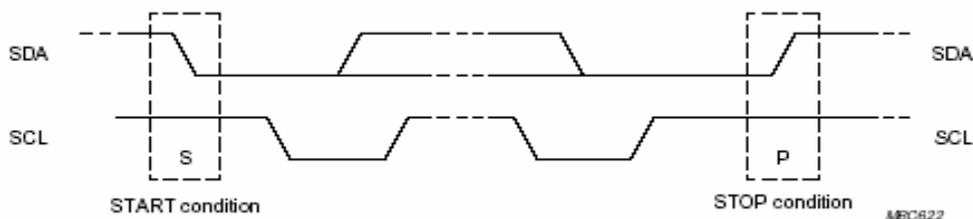


图 2

2) BL55076 是 I2C 总线从接收器，它不会主动向 I2C 主控器发送数据，其唯一发送的是每接收完 8 个比特后的第 9 位确认位（见图 3），亦即在第 9 个 SCL 脉冲到来前将 SDA 拉低。

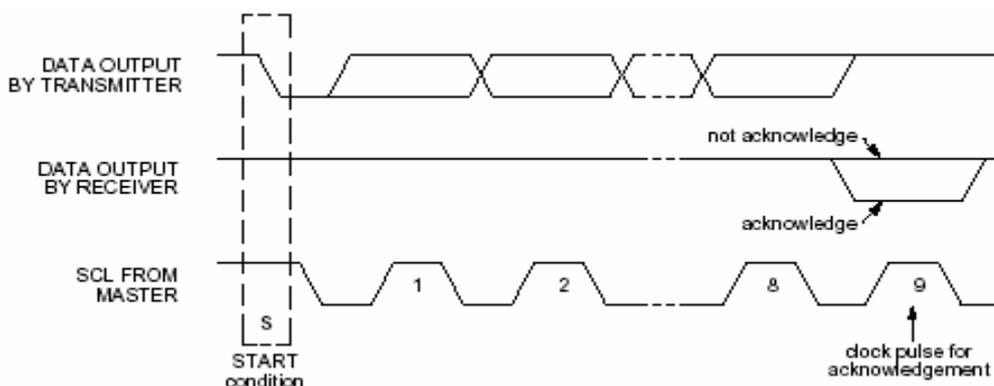


图 3

3) 要在液晶屏上显示数据，MCU 首先必须对 BL55076 进行初始化，具体过程为首先发送“S”条件，然后发送 BL55076 的 I2C 从地址“70”（假定 SA0=“0”），此后 BL55076 便开始接收初始化指令和数据。

4) BL55076 共有 4 条控制命令，具体见有关数据页，根据“C”位为“1”或“0”可连续或单独发出。

5) 建议的初始化命令串顺序为：“方式设定”→“闪烁控制”→“器件选择”→“数据指针”，之后便可开始以 byte 为单位传送显示数据。

假定液晶屏为 4 背极 1/3 偏压，BL55076 工作于正常功耗模式，闪烁控制关闭，则发送的初始化命令依次为：

- 0x70 ; 从地址
- 0xC8 ; 方式设定
- 0xF0 ; 闪烁控制
- 0xE0 ; 器件选择，假定 A0、A1、A2、SA0 管脚全部接地
- 0x00 ; 数据指针，假定从地址 00 开始写入，因为是最后一条命令，MSB 为“0”，此命令后直接开始传送显示数据。

6) 虽然初始化后再刷新显示数据时只需发送“器件选择”、“数据指针”+显示数据，但为提高抗干扰能力建议每次刷新显示数据都加入“方式设定”命令。

### 三、单片机编程注意事项

#### 1) MCU I/O 端口模拟 I2C 接口

I2C 是双向总线，标准器件（比如 BL55076）都是以漏极或集电极开路形式接入的，总线上的高电平是由上拉电阻或上拉电流源产生的。当 MCU 以通用 I/O 口接入时必须注意不宜直接将端口设为输出并置“1”来输出高电平，否则当其他器件试图拉低总线时会产生很大的灌电流，不利于数据传输可靠进行。虽然正常情况下只有 MCU 会在 SCL 线上发送时钟，但如果 MCU 发出的时钟脉冲过窄时，BL55076 会判别传输速度过快而将 SCL 总线拉低，通知 MCU 数据传输过快，这就是所谓的“I2C 时钟同步特性”。这时如果 SCL 高电平是由 MCU I/O 端口置“1”产生，就会产生严重逻辑冲突，从而在 MCU I/O 口上产生数 mA 的灌电流同时也在 BL55076 的 SCL 端流入数 mA 的陷电流，对器件可靠工作大为不利。所以推荐的 MCU 通用 I/O 端口模拟 I2C 端口的的方法是：

输出“1”：I/O 口设为输入，由上拉电阻产生高电平

输出“0”：I/O 端口设为输出，置“0”，直接输出低电平

#### 2) 通讯速度

BL55076 是标准 I2C 器件，常规耗电模式下其通讯速度可达 100k 比特/秒，其时序参见图 4，I2C 规范规定 SCL 高电平宽度  $t_{\text{HIGH}}$  最小不小于  $4\mu\text{S}$ ，低电平宽度  $t_{\text{LOW}}$  最小不小于  $4.7\mu\text{S}$ 。必须注意在节电模式下，由于内部 RC 振荡频率降到 22.7KHz 左右，BL55076 虽可以全速接收数条控制命令，但如果全部显示数据仍以 100Kbps 传输，BL55076 内部会来不及处理而造成显示数据丢失。解决方法一是刷新显示数据前先将 BL55076 设为常规耗电模式，再传送显示数据，完成后再设回节电模式。解决方法二是在节电模式下将通讯速度降为 40Kbps 左右，从编程角度考虑，解决方法一比较容易实现。用户在用 BL55076 直接替换 HL9576 时尤其必须注意节电模式下数据传输速度，因为 HL9576 常规模式下功耗比较大，所以通常必须工作在节电模式下，由于它是 400Kbps 的快速 I2C 器件，节电模式下仍能快速（比如 70Kbps）接收显示数据，如果相关 MCU 程序未经修改

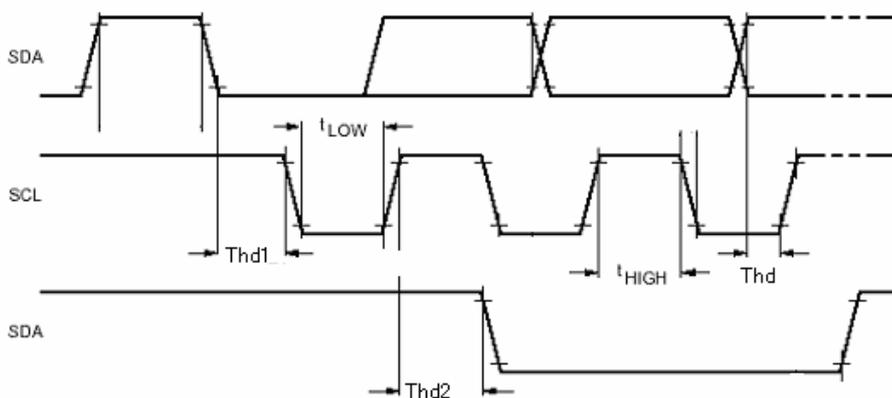


图 4

直接应用到 BL55076，往往会造成显示乱码。解决方法是先从节电模式退出进入常规模式，显示数据刷新完后再退回节电模式。

#### 四、如何提高 BL55076 EMC 电磁兼容能力

BL55076 的上电复位电压约在 1.2V 左右，亦即供电电压低于 1.2V 时显示 RAM、工作方式控制寄存器均会复位。采用 BL55076 液晶驱动 IC 的电表等仪表在进行群脉冲以及静电接触、空气放电测试时，由于强干扰产生的 Vdd 电压跌落以及从液晶屏耦合进的干扰信号，会发生显示闪动，无显示等现象。解决方法是加强电源滤波，增强屏蔽，增强 I2C 总线抗干扰能力等等，具体方法因涉及到仪表整体设计，不能一一列举，以下几条仅供参考。

- 1) 通过一个数百  $\Omega$  电阻向 BL55076 的 Vdd 供电，电阻放置尽量靠近 Vdd 管脚，Vdd 管脚处另加一个 0.1 $\mu$  滤波电容。
- 2) 如果 MCU 的 I/O 管脚充裕，可用其直接给 BL55076 供电，或用其控制 BL55076 的供电电路，这样可方便地关断 BL55076 的供电以进行硬复位。
- 3) 通向 BL55076 的 SCL、SDA 线中各串一 10ohm 电阻。
- 4) 在 4 个 COM 端各接一个 1nF 的电容到地。

2007

**liqing@belling.com.cn****021-64850700-365****13764621827**