

LP3925 应用手册

Alpha Han

China MNC FAE

摘要

本文首先对 PMU 进行了简单的介绍，有助于读者理解 PMU 的基本功能和选择方法。其次主要讲述 LP3925 数据手册中的一些不易理解的部分，比如多功能输入输出口的设置等，有助于读者更好地理解 LP3925 的灵活性和可配置性，加深对 LP3925 的理解。另外介绍了 LP3925 在实际使用中的一些注意事项以及一些常见问题的解决方法，可以帮忙读者在设计初期注意规避实际使用中的一些可能会遇到的问题，缩短调试的时间。

内容

1. 认识电源管理单元 (下面简称 PMU).....	2
1.1 什么是 PMU.....	2
1.2 PMU 选择的基本考虑	2
2. LP3925 介绍.....	3
2.1 LP3925 简介.....	3
2.2 LP3925 datasheet 中几个重点:	3
2.2.1 Buck/LDO 等功能模块的使能控制(datasheet 13 和 25 页):	3
2.2.2 多功能引脚:	5
2.2.3 充电管理恒流到恒压模式的转换	6
2.2.4 电流宿(current sink)的设置:.....	7
3. LP3925 应用注意事项:.....	7
3.1 Layout 注意事项 :	7
3.2 各个功能模块应用注意点.....	8
3.2.1 Buck 降压转换器	8

3.2.2 电流宿(current sink).....	9
3.2.3 实时时钟 (RTC) 供电.....	9
3.2.4 充电管理 (charger) 模块.....	10
4.结论 :	10
参考文献 :	10

1. 认识电源管理单元(下面简称PMU)

1.1 什么是 PMU

- PMU 是一个芯片，一般集成了电子系统需求的若干电源供应，从而简化系统的电源设计，同时可以满足系统小型化的需求；
- PMU 可以说是随着电子系统的电源需求复杂性和小型化需求一起发展起来的，今天 PMU 的范围不仅涵盖了集成若干 DC/DC 和 LDO 的小型电源系统，也涵盖了集成很多其他功能(比如充电器，模数转换器，比较器，实时时钟 RTC 等)的比较完全的电源管理系统。

1.2 PMU 选择的基本考虑

- 对于 PMU，最基本的功能是给电子系统供电，所以首先看的是供电能力和时序，比如 DC/DC，LDO 的数量以及电流的驱动能力，默认输出电压设置和上下电时序等能否满足系统的要求。
- 其次看其他系统需要的辅助功能，比如需不需要电池充电管理，ADC，RTC，比较器等。
- 当然 PMU 也不是越复杂，功能越全越好，考虑到系统布线，散热，调试时间等多种因素，最满足系统需求的 PMU 才是最合适的。

2. LP3925 介绍

2.1 LP3925 简介

- LP3925 是非常灵活的可以调整电源电压和时序的全功能的 PMU，可以给 TD-SCDMA 手机系统或者其他应用处理器平台供电。
- 3925 集成了 3 路高性能的 800mA 输出电流的 Buck 降压变换器，4MHz 的工作频率可以支持小尺寸的 1uH 的电感应用。其中两个 Buck 可以支持 DVS(动态电压调整)的功能。开机和关机时序可以根据需要在生产时调整(具体调整范围可以参考 datasheet Page24， additional configuration options)。
- 集成了 15 路 LDO，其中 10 路通用的低噪声 LDO，3 路 WIL0(宽输入低输出 wide input low output) LDO，1 个 USB LDO 和一个低输出电流的 LDO；
- 集成了具有 1.2A 的路径管理 (power route) 功能的线性充电管理单元，支持 28V OVP；
- 集成了具有 2 个闹钟的 RTC 模块，2 个比较器和 2 个 TCXO 缓冲器，12bit 的 ADC，备用电池充电管理等；
- 可以支持无电池开机。

2.2 LP3925 datasheet 中几个重点:

2.2.1 Buck/LDO 等功能模块的使能控制(datasheet 13 和 25 页):

- 对于每一个功能模块，都有相对的 4 位寄存器值来控制它的使能，这些对应的寄存器可以在 datasheet 第 13 页找到。知道了寄存器地址，再去查看如何设置这些寄存器的值。Datasheet 第 25 页的表格包含了详细的使能信号控制模式，可以把第 25 页的表格理解成一个查找表，需要什么控制方式，在表中查找对应的寄存器值。
- 首先每一个功能模块对应的寄存器位可以在第 13 页可以找到，寄存器地址从 0x37 到 0x41。

表 1: 电源使能控制方式选择寄存器(datasheet 13 页)

0x37	LDO2 CONTROL	LDO2 CONTROL	LDO2 CONTROL	LDO2 CONTROL	LDO1 CONTROL	LDO1 CONTROL	LDO1 CONTROL	LDO1 CONTROL	1011 0001
0x38	LDO4 CONTROL	LDO4 CONTROL	LDO4 CONTROL	LDO4 CONTROL	LDO3 CONTROL	LDO3 CONTROL	LDO3 CONTROL	LDO3 CONTROL	1010 0010
0x39	LDO6 CONTROL	LDO6 CONTROL	LDO6 CONTROL	LDO6 CONTROL	LDO5 CONTROL	LDO5 CONTROL	LDO5 CONTROL	LDO5 CONTROL	0010 0010
0x3A	LDO8 CONTROL	LDO8 CONTROL	LDO8 CONTROL	LDO8 CONTROL	LDO7 CONTROL	LDO7 CONTROL	LDO7 CONTROL	LDO7 CONTROL	1101 0011
0x3B	LDO10 CONTROL	LDO10 CONTROL	LDO10 CONTROL	LDO10 CONTROL	LDO9 CONTROL	LDO9 CONTROL	LDO9 CONTROL	LDO9 CONTROL	1010 1010
0x3C	LDO12 CONTROL	LDO12 CONTROL	LDO12 CONTROL	LDO12 CONTROL	LDO11 CONTROL	LDO11 CONTROL	LDO11 CONTROL	LDO11 CONTROL	0100 0011
0x3D	BUCK1 CONTROL	BUCK1 CONTROL	BUCK1 CONTROL	BUCK1 CONTROL	LDO13 CONTROL	LDO13 CONTROL	LDO13 CONTROL	LDO13 CONTROL	0001 0101
0x3E	BUCK3 CONTROL	BUCK3 CONTROL	BUCK3 CONTROL	BUCK3 CONTROL	BUCK2 CONTROL	BUCK2 CONTROL	BUCK2 CONTROL	BUCK2 CONTROL	0001 1100
0x3F	TCXO2 CONTROL	TCXO2 CONTROL	TCXO2 CONTROL	TCXO2 CONTROL	TCXO1 CONTROL	TCXO1 CONTROL	TCXO1 CONTROL	TCXO1 CONTROL	0000 0000

0x40	USB LDO CONTROL	USB LDO CONTROL	USB LDO CONTROL	USB LDO CONTROL	REFBUF CONTROL	REFBUF CONTROL	REFBUF CONTROL	REFBUF CONTROL	0001 0001
0x41	SIM LS CONTROL	SIM LS CONTROL	SIM LS CONTROL	SIM LS CONTROL	USB XCVR CONTROL	USB XCVR CONTROL	USB XCVR CONTROL	USB XCVR CONTROL	0000 0000

- 其次，对应的寄存器的 4 位值控制了对应模块的使能方式，对于具体的值的定义可以在 25 页的表中查到。

表 2:寄存器 0x37-0x41 控制信号查找表(datasheet 25 页)

CODE	LDO1 CONTROL LDO5 CONTROL LDO9 CONTROL LDO13 CONTROL TCXO1 CONTROL USB XCVR CONTROL	LDO2 CONTROL LDO6 CONTROL LDO10 CONTROL Buck1 CONTROL TCXO2 CONTROL SIM LS CONTROL	LDO3 CONTROL LDO7 CONTROL LDO11 CONTROL Buck2 CONTROL REFOUT CONTROL	LDO4 CONTROL LDO8 CONTROL LDO12 CONTROL BUCK3 CONTROL LDO_USB CONTROL
0000	Always off	Always off	Always off	Always off
0001	Always on	Always on	Always on	Always on
0010	Reg. 0x00 bit0	Reg. 0x00 bit1	Reg. 0x00 bit2	Reg. 0x00 bit3
0011	Reg. 0x00 bit4	Reg. 0x00 bit5	Reg. 0x00 bit6	Reg. 0x00 bit7
00100	Reg. 0x01 bit0	Reg. 0x01 bit1	Reg. 0x01 bit2	Reg. 0x01 bit3
0101	Reg. 0x01 bit4	Reg. 0x01 bit5	Reg. 0x01 bit6	Reg. 0x01 bit7
0110	Reg. 0x02 bit0	Reg. 0x02 bit1	Reg. 0x02 bit2	Reg. 0x02 bit3
0111	Reg. 0x02 bit4	Reg. 0x02 bit5	Reg. 0x02 bit6	Reg. 0x02 bit7
1000	Enable1	Enable1	Enable1	Enable1
1001	Enable2	Enable2	Enable2	Enable2
1010	Enable3	Enable3	Enable3	Enable3
1011	Enable4	Enable4	Enable4	Enable4

- 下面以 LDO1 为例，介绍各个模块的控制方式: 在第 13 页可以看到 LDO1 的控制方式对应寄存器 0x37 的低 4 位，这 4 位的值从 0H 到 FH，LDO1 有不同的控制方式:比如 0H 表示 LDO1 是一直关闭的；2H 表示 LDO1 的使能关闭取决于寄存器 0x00 的 bit0 的值，如果寄存器 0x00 bit0 是 0b，LDO1 是关闭的，如果如果寄存器 0x00 bit0 是 1b，则 LDO1 是使能的；8H 表示 LDO1 的使能取决于 Enable1 的电平；9H 表示 LDO1 的使能取决于 Enable2 的电平；Enable 的来源见下面的多功能引脚介绍。以此类推，可以得出其他功能模块的控制方式。

2.2.2 多功能引脚:

Datasheet 第 26 页的表格包含了多功能引脚的详细定义，对于每一个多功能引脚，都有相对应的 4 位寄存器值来控制它的实际功能。同样可以把第 26 页的表格理解成一个查找表。

- 首先每一个多功能引脚的功能定义对应的寄存器位可以在第 13 页找到，寄存器地址从 0x19 到 0x23。
- 其次，对应的寄存器的 4 位值控制了对应多功能引脚的实际功能，可以在第 26 页里面找到寄存器值和功能的对应关系。
- 下面以 OSC_32KHz 为例，介绍各个多功能引脚的实际功能。在第 13 页可以看到 OSC_32KHz 的功能控制对应寄存器 0x19 的低 4 位，这 4 位的值从 0h 到 Fh，OSC_32KHz 有不同的功能:比如 0h 表示 OSC_32KHz 是高阻态；1h 表示 OSC_32KHz 是与 PWR_ON 引脚电平信号相反的数字输出引脚；2h 是比较器 1 的输出引脚；4h 是 Enable1 信号；5h 是 Buck1 的 DVS 控制信号，7h 是 ADC1 的输入引脚；8h-Fh 是 32KHz 的时钟输出引脚。

表 3: 0x19-0x23 多功能引脚功能控制寄存器(datasheet 13 页)

0x19	GPIO02 (RSENSE)	GPIO02 (RSENSE)	GPIO02 (RSENSE)	GPIO02 (RSENSE)	GPIO01 (OSC_32KHZ)	GPIO01 (OSC_32KHZ)	GPIO01 (OSC_32KHZ)	GPIO01 (OSC_32KHZ)	1111 1111
0x1A	GPIO04 (SIM_CLK_IN)	GPIO04 (SIM_CLK_IN)	GPIO04 (SIM_CLK_IN)	GPIO04 (SIM_CLK_IN)	GPIO03 (SIM_RST_IN)	GPIO03 (SIM_RST_IN)	GPIO03 (SIM_RST_IN)	GPIO03 (SIM_RST_IN)	0000 0000
0x1B	GPIO06 (SIM_RST)	GPIO06 (SIM_RST)	GPIO06 (SIM_RST)	GPIO06 (SIM_RST)	GPIO05 (SIM_DATA)	GPIO05 (SIM_DATA)	GPIO05 (SIM_DATA)	GPIO05 (SIM_DATA)	0100 0100
0x1C	GPIO08 (SIM_I/O)	GPIO08 (SIM_I/O)	GPIO08 (SIM_I/O)	GPIO08 (SIM_I/O)	GPIO07 (SIM_CLK)	GPIO07 (SIM_CLK)	GPIO07 (SIM_CLK)	GPIO07 (SIM_CLK)	0111 0000
0x1D	GPIO10 (TCXO1_O)	GPIO10 (TCXO1_O)	GPIO10 (TCXO1_O)	GPIO10 (TCXO1_O)	GPIO09 (TCXO1_I)	GPIO09 (TCXO1_I)	GPIO09 (TCXO1_I)	GPIO09 (TCXO1_I)	0000 0000
0x1E	GPIO12 (TCXO2_O)	GPIO12 (TCXO2_O)	GPIO12 (TCXO2_O)	GPIO12 (TCXO2_O)	GPIO11 (TCXO2_I)	GPIO11 (TCXO2_I)	GPIO11 (TCXO2_I)	GPIO11 (TCXO2_I)	0100 0100
0x1F	GPIO14 (DATA/VP)	GPIO14 (DATA/VP)	GPIO14 (DATA/VP)	GPIO14 (DATA/VP)	GPIO13 (OE_N)	GPIO13 (OE_N)	GPIO13 (OE_N)	GPIO13 (OE_N)	0000 0101
0x20	GPIO16 (RCV)	GPIO16 (RCV)	GPIO16 (RCV)	GPIO16 (RCV)	GPIO15 (SE0/VM)	GPIO15 (SE0/VM)	GPIO15 (SE0/VM)	GPIO15 (SE0/VM)	0000 0111
0x21	GPIO18 (INP1)	GPIO18 (INP1)	GPIO18 (INP1)	GPIO18 (INP1)	GPIO17 (SPND)	GPIO17 (SPND)	GPIO17 (SPND)	GPIO17 (SPND)	1001 0000
0x22	GPIO20 (SINK1)	GPIO20 (SINK1)	GPIO20 (SINK1)	GPIO20 (SINK1)	GPIO19 (INP2)	GPIO19 (INP2)	GPIO19 (INP2)	GPIO19 (INP2)	1001 1011
0x23	GPIO22 (SINK3)	GPIO22 (SINK3)	GPIO22 (SINK3)	GPIO22 (SINK3)	GPIO21 (SINK2)	GPIO21 (SINK2)	GPIO21 (SINK2)	GPIO21 (SINK2)	0000 1010

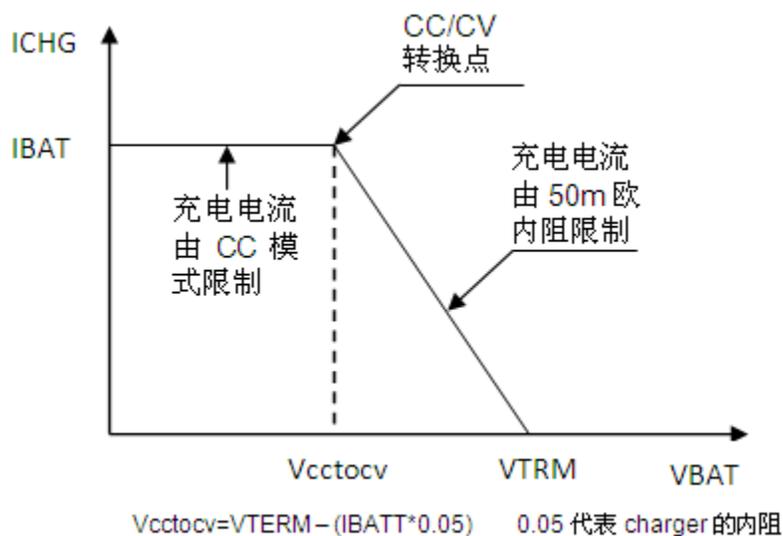
表 4: 寄存器 0x19-0x23 多功能引脚功能查找表(datasheet 26 页)

Pin\Code	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
OSC_32KHZ	HiZ	Inverted PWR_ON	Comp1 out	Comp2 out	Enable1	Buck1 DVS	Buck2 DVS	ADC1
RSENSE	HiZ	Inverted VDCIN	Comp1 out	Comp2 out	Enable2	Buck1 DVS	Buck2 DVS	ADC2
SIM_RST_IN	HiZ	Inverted PWR_ON	Comp1 out	Comp2 out	Enable3	Buck1 DVS	Buck2 DVS	ADC3
SIM_CLK_IN	HiZ	Inverted VDCIN	Comp1 out	Comp2 out	Enable4	Buck1 DVS	Buck2 DVS	ADC4
SIM_DATA	HiZ	Inverted PWR_ON	Comp1 out	Comp2 out	Enable5	Buck1 DVS	Buck2 DVS	ADC1
SIM_RST	HiZ	Inverted VDCIN	Comp1 out	Comp2 out	Enable6	Buck1 DVS	Buck2 DVS	ADC2
SIM_CLK	HiZ	Inverted PWR_ON	Comp1 out	Comp2 out	Enable7	Buck1 DVS	Buck2 DVS	ADC3
SIM_IO	HiZ	Inverted VDCIN	Comp1 out	Comp2 out	Enable8	Buck1 DVS	Buck2 DVS	ADC4
TCXO1_I	HiZ	Inverted PWR_ON	Comp1 out	Comp2 out	Enable1	Buck1 DVS	Buck2 DVS	ADC1
TCXO1_O	HiZ	Inverted VDCIN	Comp1 out	Comp2 out	Enable2	Buck1 DVS	Buck2 DVS	ADC2

2.2.3 充电管理恒流到恒压模式的转换

在通常的描述里面，通常描述恒流到恒压的转换电压是电池的充电截止电压，但是在实际的芯片设计中，充电电压的检测点经常不是放在电池的引脚上，这样充电过程中，由于充电器内阻的关系，检测点的电压和电池引脚上的电压会有一些差异，这就造成了在实际测试时，电池引脚上的电压还没有到充电截止电压时，充电器就已经由恒流转换到恒压模式了。下面这张图是把 datasheet 32 页的图优化了一下，可以更好的帮助理解。

图 1：充电管理电压-电流曲线

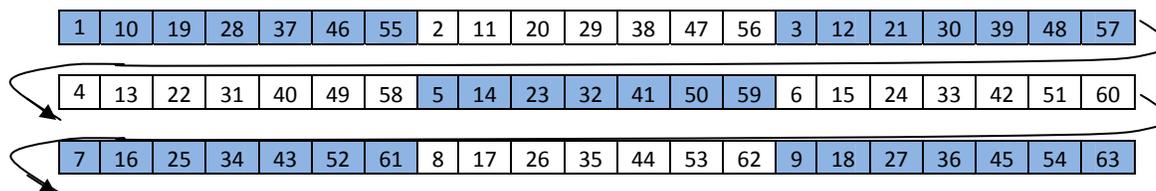


2.2.4 电流宿(current sink)的设置:

在 LP3925 里面，集成了 3 个电流宿。Sink1 最大可吸收 250mA 电流，Sink2/3 最大可以吸收 100mA 电流。

- 电流宿的平均电流可以通过寄存器 0x22 bit7:4，0x23，0x42 bit5:3 和 0x52-0x54 来设置。
- 使用电流宿的首要设置电流宿的最大电流，这在寄存器 0x22 bit7:4，0x23 可以设置，每个电流宿用 4 位 0H 到 FH 来设置，具体的对应电流可以在 datasheet 第 27 页可以查到。比如 0x22 bit7:4 如果为 FH，表示设置电流宿 1 的最大可以吸收电流是 250mA；
- 其次就是设置电流宿的 PWM 占空比。LP3925 里面和通常用的电流宿不一样的地方在于 LP3925 不是通过直接设置 PWM 的占空比来控制电流的，可以通过一些换算来得到平均占空比。
- 首先时间被分为 9 个大周期，而每一个大周期又包含了 7 个小周期。可以理解为时间被分成了 63 个时隙，设置 PWM code 的时候，就是往这 63 个时隙里面填；
- 寄存器 0x52 到 0x54 bit5:0 分别设置电流宿 1/2/3。寄存器值 0 到 63 刚好对应 63 个时隙。当寄存器为 0 时，电流宿关闭，当寄存器为 63 的时候，电流宿全部打开。
- 具体填时隙的方式如下图:

图 2：电流宿占空比设置



3. LP3925 应用注意事项:

3.1 Layout 注意事项：

详细的 layout 注意事项可以参考 datasheet，下面是一些设计要点:

对于 buck:

- 到负载的电流，从输出电容的上过；
- 输入输出电容的地和 buck 的 GND 引脚需要有很好的地的连接。这三个中输入电容的地和 buck 的地引脚更重要，需要保证最小的回流路径；同时通过尽量多的过孔连接到主地；

- 当同一个 buck 的输入输出电容的地以及 buck 的地非常靠近的时候，可以采用星型连接下主地；但是当它们不是很靠近的时候，首先要保证尽量快的连接到主地；
- 输入电容需要靠近 VINB 引脚，输出电容需要靠近电感；
- SW 连线需要尽量粗也尽量短；
- Buck 的反馈线需要从输出电容上拉回到芯片，不能从电感上拉回；另外，反馈线需要尽量远离 SW 线；当不能远离的时候，和 SW 线尽量走成交叉线。反馈线最好能够有地线或者地平面做保护；
- 不同的 buck 的电容地和 buck 地，尽量使用不同的过孔连接到主地，特别是输出电容的地，防止 buck 之间相互干扰；

对于 LDO:

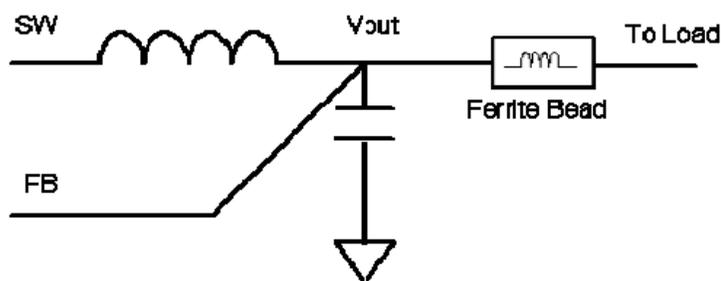
- 相对于 buck 的电容电感，LDO 的输入输出电容没有那么要求苛刻；
- 对于 LDO 来说，在条件允许的情况下，输入输出电容尽量靠近输入输出引脚，并且以输入电容优先；
- LP3925 的通用 LDO 加入了创新技术，可以支持输出远端电容 (remote cap) 的应用。当负载距离 LDO 输出 10cm 以内，并且负载端已经接了 1uF 以上的电容的时候，通常靠近 LDO 输出引脚的输出电容可以省略。

3.2 各个功能模块应用注意点

3.2.1 Buck 降压转换器

通常来说,buck 是比较容易被干扰和产生干扰的部分，一是因为其内部有很多小信号，二是因为他本身有 4MHz 的开关，容易产生干扰。为了降低干扰，首先 layout 需要特别注意，layout 的注意事项可以参考上节。其次，在设计上建议增加抗干扰的方案，在 Buck 的输出到负载之间，加磁珠是降低干扰的很有效的方法。

图 3 : Buck 输出结构图



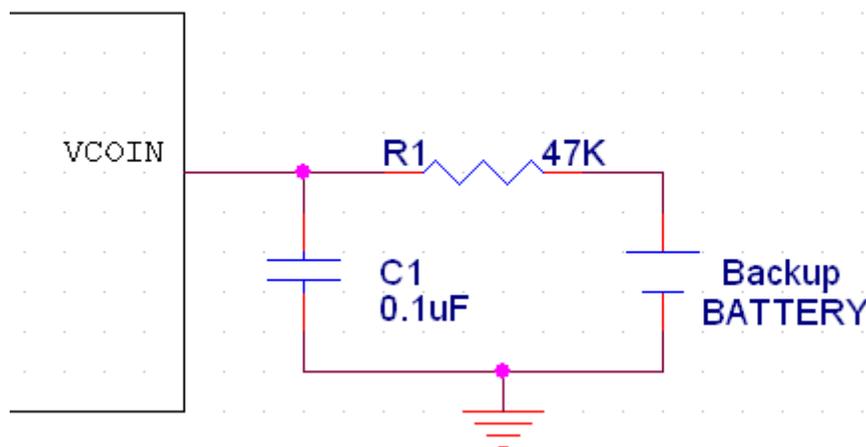
3.2.2 电流宿(current sink)

一般来说，电流宿可以用来驱动键盘的背光 LED，LCD 的背光 LED 或者振动马达。但是需要注意的是，电流宿不能驱动比较大的感性负载(比如测试用的绕线电阻)。

3.2.3 实时时钟 (RTC) 供电

LP3925 的 RTC 部分通过 VCOIN 引脚供电，当使用的备份电池过放的时候，即使系统加入主电池，VCOIN 引脚电压仍然可能会低于 RTC 正常的最低工作电压 (1.9V)。当 PMU 开机的时候，如果 VCOIN 引脚的电压低于 1.9V，LP3925 会锁定实时时钟和 IIC 直接的通信接口，造成系统不能和实时时钟部分通信。为了解决这个问题，可以在备份电池和 VCOIN 引脚之间加一个约 47Kohm 的电阻，通过 50uA 的备份电池充电电流把 VCOIN 引脚的电压保持在 2V 以上，保证系统在任何备份电池的电压下，RTC 部分都能够正常工作。

图 4：备份电池连接电路



3.2.4 充电管理 (charger) 模块

LP3925 的充电管理模块支持电流路径管理的应用，也就是说在外部充电器（交流适配器或者 USB 输入）的输出负载能力足够的时候，充电管理首先会满足系统对电流的需求，其次再满足电池的充电需求。这个功能的好处是可以减少电池的频繁充放电，而且可以尽量满足电池的充电电流稳定。另外，电流路径管理还支持把 VDD 和 VBATT 支路分开，这样当电池过放电时，系统仍然可以在低电池电压下开机。为了满足不同电池的充电电流尽量稳定，建议外部充电器的输出能力比需要的电池恒流充电电流大，最好大 300mA 以上。在 LP3925 的寄存器里面，IDCIN 设置的电流也应该比 IBATT 设置的电流大 300mA 以上。当外部充电器的电流输出负载能力比较低（比如 500mA）而同时又需要电池恒流充电电流比较高，没有办法保证 300mA 电流差值的情况下，需要仔细地优化 IDCIN 和 IBATT 的参数设置。调试时，可以先将目标 IDCIN 设置到外部充电器的额定电流，同时 IBATT 比 IDCIN 小一个等级 50mA，然后同时逐级降低 IDCIN 和 IBATT 电流，直到找到使得系统充电能够稳定工作的目标 IDCIN 和 IBATT 值。

4. 结论：

LP3925 是一个功能完全，配置灵活的 PMU，可以满足多种手机平台的电源需求。配合合适的软件，硬件设计，可以大大减小产品的研发时间，实现快速的上市需求。另外 LP3925 已经在联芯科技的 LC1808 等多个 TD-SCDMA 手机平台上量产，是一个成熟的电源管理单元。

参考文献：

- LP3925 datasheet Rev. 2.13 September 03, 2010

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

产品	应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio 通信与电信 www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers 计算机及周边 www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters 消费电子 www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com 能源 www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp 工业应用 www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers 医疗电子 www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface 安防应用 www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic 汽车电子 www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power 视频和影像 www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity 德州仪器在线技术支持社区 www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2013 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司