

# 从1.8V到USB的多轨电压转换和管理

■ 凌力尔特公司电源产品部高级产品市场工程师 SteveKnoth

**摘要：**如何对USB、交流适配器和电池等输入电源进行自主管理和优化，从而最大限度地降低便携式手持产品中产生的热量给设计师带来了极大的挑战。针对这些挑战，本文提出了一种简单的解决方案，即采用具低损耗电源通路控制的PMIC——LTC3101。

**关键词：**USB；PMIC；LTC3101

## 引言

除了锂和镍电池，多种移动手持式设备通常由于安全、便利性和成本的原因，会采用不可再充电或可再充电的两节AA或AAA碱性电池供电。这些AA和AAA电池用镍氢金属或新的圆柱型锂化学材料制造。很多这些移动设备还通过USB和/或交流适配器供电。不过，管理多个进入手持式设备的输入电源通路是个日益复杂的任务，因为有多多个具有排序要求的电源电压、需要最佳效率以及空间非常有限等。这些因素已经促进了面向空间受限型电池供电设备的高度集成电源管理IC(PMIC)的开发。

使用由两节AA/AAA电池或一个5V交流适配器/USB端口供电的手持式设备时，最大的难题之一是，需要为主电源轨提供一个固定的3V或3.3V输出，并为一个微处理器或DSP内核电压以及存储器供电提供两个低压(1.xV)输出。如果该设备用一个5V交流适配器/USB端口供电，那么只需要降压型DC/DC转换。而如果该设备由两节碱性电池供电，就需要一个降压-升压型

DC/DC转换器，以提供3V或3.3V主电源轨，同时还需要降压型DC/DC转换器为低压(1.xV)轨供电。这是因为，两节AA电池(镍或碱性)的放电曲线从约3.25V开始并下降至约1.8V。不过，如果使用新的圆柱型锂AA和AAA电池，这一范围向上移动约0.3V(高压端移动至约3.6V)，从而进一步导致需要一个降压-升压型转换器在整个电池放电电压范围内调节3.0V/3.3V轨。

此外，如何对USB、交流适配器和电池等输入电源进行自主管理和优化，从而最大限度降低便携式手持产品中产生的热量为设计师带来了极大的挑战。传统上一直用MOSFET和运算放大器等分立组件来执行这一功能，但也一直面临着热插拔、产生过多热量、至负载的大浪涌电流和大电压瞬态等问题，所有这些问题对系统的可靠性都有负面影响。

## 减少热量

很多模拟PMIC提供多种片上线性稳压器。不过，线性稳压器如果没有用充足的铜线布线、散热

器、良好设计的输入/输出电压和输出电流的恰当管理，就可能在产品中产生局部“热点”。或者，当输入和输出电压之差大/或输出电流大时，开关稳压器可提供更高效率的降压方式，在今天功能丰富且具有片上低压微处理器的器件中很普遍。结果，为大多数电压轨实现基于开关模式的电源成为必然。既然线性电池充电器是一个热源，它们也带来热量问题。

由多节AA/AAA电池供电型电子设备的系统设计师面临的关键挑战包括：

用两节或3节AA/AAA外型尺寸(一次性电池)的电池为IC供电；在整个电池放电电压范围内调节3V或3.3V；有效提供额外的系统电压轨；最大限度减小任何作为热量耗散的功率；管理多个输入电源之间的电源选择；为多个电压轨提供正确的加电排序；最大限度减小从电池抽取的备用或无负载电流；最大限度减小解决方案的占板面积和高度。

## 一个简单的解决方案——具低损耗电源通路控制的PMIC

凌力尔特公司的PMIC具有电源通路(PowerPath)控制和其它最佳集成功能构件，如高效率可编程降压-升压型和降压型开关稳压器，简单且非常容易地解决了这些设

计难题。这是因为采取了不同的PMIC开发方法,运用更加严格筛选的集成度提供一个紧凑型解决方案,且没有任何性能折中。

其中很多PMIC的关键功能是电源通路控制。这种自动负载优先处理能够自主、无缝地管理诸如USB端口、交流适配器和电池等多个输入电源之间的电源通路,而且在有些情况下(如线性和开关模式)可以控制向负载的供电。低损耗开关电源通路控制不能控制到负载的功率,但确实相对于传统工业PMIC控制方法有很多优势。输入功率从两个输入电源(诸如两节AA或AAA电池或一个USB/交流适配器电源输入)中的任意一个馈送到IC,而且电源通路是自动选择的;输出轨从任意一个使用高效率开关稳压器的输入电压源产生;降压型稳压器有三个而不是典型的两个开关FET。其优点是在输入端去除了一个串联电源控制组件(降压型稳压器或线性稳压器),从而提高了效率并减少了产生的热量。从本质上讲,它是一个零损耗或低损耗的开关电源通路。

此外,在传统的电池供电系统中,用户必须等待,直到提供充足的电池充电和电压,以获得系统功率。因此,低损耗(和其它类型)电源通路控制的一个附加好处是,不管电池的充电状态如何,在加上USB输入时,都能“即时接通”工作,所有输出将立即有效。

### LTC3101的推出

LTC3101是一款用于电池供电

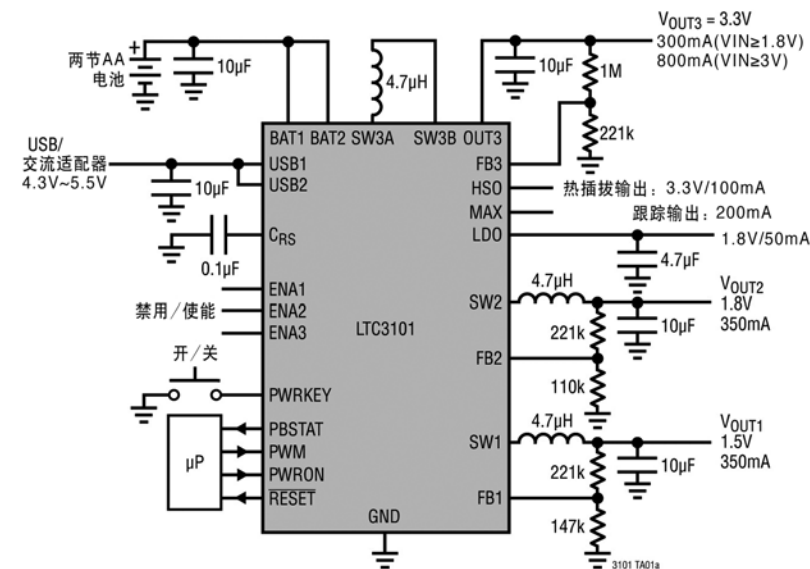


图1 LTC3101电源通路方框图——USB OTG

应用的多功能、紧凑型电源管理解决方案系列中的最新PMIC。它集成了低损耗电源通路控制、3个高效率同步开关稳压器(一个降压-升压和两个降压)、一个电流限制为200mA的MAX输出、一个受保护的100mA热插拔输出、按钮接通/关断控制、一个可编程 $\mu$ P复位发生器及一个始终保持接通的LDO,所有这些组件都在一个紧凑型、扁平4mm $\times$ 4mm的QFN-24封装中。

LTC3101具有1.8V~5.5V的宽输入工作范围,从而与两节或三节AA或AAA外型尺寸的镍、锂或碱性化学材料的电池,标准单节锂离子/聚合物棱柱形(即4.1V或4.2V)电池以及USB或交流适配器输入电源兼容。始终保持有效的MAX和LDO输出跟踪较高电压的输入电源,并为关键功能或附加外部稳压器提供电源。它的内部排序和独立使能引脚提供了灵活的上电和断电选项。此外,该IC的电源通路控制

可无缝、自动地管理多个输入电源之间的电源通路。拓扑方面,除了低损耗电源通路控制,该开关的输入端还具有一个附加的开关MOSFET,也就是,一个FET连接到VBATT输入,另一个FET连接到USB输入。如果两个都连接,该IC自动选择它将使用的输入。

LTC3101的降压-升压型稳压器可连续向高于3V的输入电压提供高达800mA的电流,且非常适用于在1.8V~5.5V的整个输入电压范围内高效地调节一个3.0V或3.3V输出。LTC3101的两个降压型稳压器以100%占空比工作,而且每个都能以低至0.6V的可调输出电压提供350mA的输出电流。LTC3101的内部低 $R_{DS(ON)}$ 开关实现高达95%的降压-升压效率和高达93%的降压型稳压器效率,从而最大限度地延长了电池工作时间。此外,突发模式工作时以仅为38 $\mu$ A(所有稳压器都启动工作)和仅为15 $\mu$ A(在LDO和

MAX输出都有效的备用模式)的总静态电流优化了轻负载时的效率。1.27MHz的高开关频率允许使用高度不到1mm的纤巧低成本电容器和电感器。此外,所有稳压器用陶瓷输出电容器即可稳定,从而实现了非常低的输出电压纹波,其典型应用如图1所示。

### 高效率开关稳压器

所有3个开关DC/DC转换器共用一个1.27MHz振荡器工作,而且用单个引脚将所有3个DC/DC转换器置于突发模式,以使所有6个输出电压轨都有效时,无负载静态电流可降至仅为 $38\mu\text{A}$ (典型值)。在备用工作状态时,仅LDO和MAX输出有效,输入电流降至 $15\mu\text{A}$ (典型值)。开关降压-升压型DC/DC转换器产生一个用户可编程且可位于输入电源电压范围内的输出电压轨。运用专有开关算法,降压-升压型转换器以高于、低于或等于所需输出轨的输入电压保持高效率 and 低噪声工作。一旦降压-升压型转换器达到稳定,就启动一个由该降压-升压输出电压轨提供的受保护热插拔输出。从而可实现电流受限且短路时不会影响主降压-升压输出的输出。热插拔输出的一个用途是,为需要热插拔而又不会中断主降压-升压输出轨的外部闪存卡供电。同步降压型转换器一般用来提供两个高效率的更低电压轨,并支持100%占空比工作,以延长电池寿命。每个降压型转换器的输出电压都是用户可独立编程的,且可设置为低至0.6V。视工作情况的不

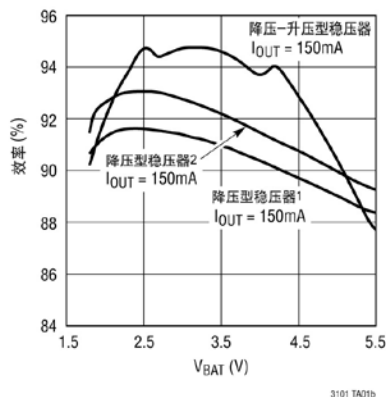


图2 LTC3101开关稳压器效率曲线

同,就降压-升压型稳压器而言,效率可高达95%,而对降压型稳压器来说,效率可高达93%,如图2所示。在图2这种具体情况下,效率差别是由输出电压差别(降压型稳压器2为1.8V,降压型稳压器1为1.5V)引起的。更高 $V_{out}$ 时效率更高,因为损耗在输出功率中占据的部分变得更小。就相同的输出电压而言,两个降压型稳压器具有相同的效率。

### 其它特点

始终有效的LDO在50mA时提供一个固定的1.8V输出,该输出可用来为诸如实时时钟等关键功能供电。反向隔离允许LDO给超级电容器充电,以在两个电源都去掉时实现存储器记忆。MAX输出产生一个始终有效、电流受限的输出轨,该输出轨跟踪较高电压的输入电源(电池或USB),且便于为附加的外部LDO和可直接在宽输入电压范围内工作的电路系统供电。按钮接口和内部电源排序使LTC3101成为一个总体电源解决方案,同时仅需要

最少量的外部支持组件。按钮控制不可或缺的是内部微处理器复位发生器,其复位时间间隔可非常容易地用单个外部电容器编程,从而允许为每种应用定制接口。LTC3101广泛的功能和灵活性再加上其小尺寸和高效率的特点,使该器件成为卓越的电源解决方案,适用于种类繁多的低功率便携式电子产品。

### 结语

不是所有的便携式电子设备都使用可充电锂离子或镍电池。在很多情况下,由于安全、成本和便利性的原因,也许会用一次性AA或AAA碱性电池供电。此外,这些电子设备的功能密度正在日益提高,因此在系统内部需要更多的电压轨。不断扩充的新一代紧凑型PMIC集成了关键的电源管理功能,实现了新的性能水平和更小、更简单的解决方案。这给系统设计师满足其便携式电源需求带来了新的选择,而无需使用分立电源IC组件或传统的大型PMIC。LTC3101接受低压(如两节AA碱性电池)输入电平,可无缝管理诸如USB、交流适配器和电池等输入电源之间的电源通路,用高效率开关在整个电池输入范围内以低电流消耗提供低、中和高压轨,通过运用更少和更纤巧的外部组件简化设计。最后,这些PMIC也给消费者和最终产品带来了益处,包括USB充电便利性、更高的可靠性、电池没电时瞬时提供系统电源以及更长的电池工作时间。