

新一代锂离子电池管理方案—— 将充电周期缩至最短及延长运行 时间

作者: Mitsuhiro Yoshimura、陈永强, [安森美半导体](#)

智能手机、平板电脑等便携消费性产品正在取得的快速进步,对充当电源的锂离子电池的要求愈来愈高。工程团队需要应对用户延长运行时间的需求,以及他们开发的产品中正被增加的特性及功能相伴而生的更高功率预算要求。因此,需要应用优越得多的电池管理。本文详细介绍如今涌现的创新半导体技术将怎样达到这目标,展示工程师将因此能够怎样缩短充电时间及简化他们的系统设计,同时增加电池使用时间,延长放电时间。

世界各地的原设备制造商(OEM)电源系统设计师极力在宽温度及负载值范围内从单节锂离子电池汲取更多性能。为了达到这个目标,必须精密控制所有条件下的关键系统参数——其中包括必须积极降低的导电损耗。这些系统参数的控制精度越高,从电池获取的性能也就越高。

公众对更复杂便携电子设备的需求从未减少。时常地就会有新产品上市,它们:

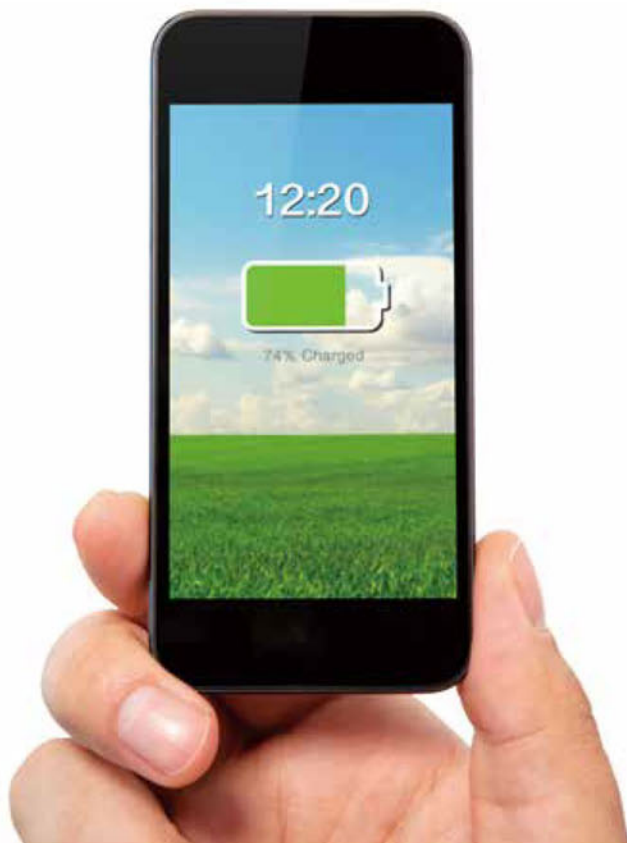
1. 拥有更强大的功能组合,使OEM能在竞争激烈的市场与竞争对手区别开来。这当然会影响总体功率预算——例如,加入GPS和蓝牙都会大幅加大电池电量消耗。

2. 集成更大尺寸的显示屏。早期的手机型号仅要求基本的显示屏。但随着智能手机的出现,情况全都变了,因为带有触摸功能的不同尺寸薄膜晶体管(TFT)显示屏成为这产品用户界面的基础。后续代的智能手机使用尺寸越来越大的显示屏,如今某些型号的显示屏旨在填补智能型手机与平板电脑之间的空隙。在某些案例中,智能手机使用了对角线尺寸达6.3英寸的显示屏。

虽然用户期望获得所有这些额外功能及更多显示屏的优势,但他们不愿意在再充电时间间隔或能够多快完成再充电方面折衷。由于过去十年电池技术没有实质上的大

幅进步,给定规格电池能够存储的电荷数量保持相对不变。因此,工程师必须着重加快电池能够支持的充电率(charge rate)。

电池的充电率(标记为C)量化电池在一小时充电时间内必须储存的电荷的数量。对于便携产品而言,如今越



©iStock.com/Prykhodov

来越常见拥有达1C（即电池充电在1小时内完成）的完整充电率，或者甚至是2C（即在仅30分钟内充满电）的充电率。

随着市场上推出的便携产品的充电率大幅增加，构成产品的电子电路面临的压力加大了。电源系统中元器件导通阻抗的温度相关性至关重要。如果C值升高，

元器件的导通阻抗（标记符号为 $R_{DS(on)}$ ）将大幅增加，导致适配器变得更热。为了缓解此问题，需要更全面的热管理，以确保维持运行可靠性。这是OEM希望避免的事情。究其原因，首先是增加了适配器尺寸，而这背离了OEM希望利用的对消费者更具吸引力的时髦纤薄设计。其次，它增加了总体成本，在

OEM角逐的价格敏感的市场同样构成问题。挑战在于能提高充电率C，同时系统内关键元件拥有可接受的低导通阻抗值。另外一个问题是，这些元件中大多数的生产批量极高。每一款便携产品都需要相同的性能，故需要元件分选（sorting）。分选基于平均运行条件，未顾及极端温度。这就进一步限制了锂离子电池的可用运行窗口。

保护充电系统电路的新途径

工程师需要有效地管理充电系统的充电电流及放电电流，同时保护锂离子电池免受过压、过流及过温现象的潜在损伤。锂离子电池与便携产品其它部份之间的保护电路传统上包含功率MOSFET及某些基本控制电路。

充电系统依赖的最重要动态特性之一就是温度影响功率MOSFET导通阻抗的方式（ $R_{DS(on)}$ ）。如前所述，需要降低导通阻抗，从而能够实现更高的电池充电率，而不会使发热等级升高。

解决问题的关键在于更高集成度半导体元件的规格。如今联合封装的方案正在涌现，其中包含电路保护及功率MOSFET组件。原则上，这些方案能够解决前面提到的问题，同时还能节省空间。芯片级封装（CSP）类型的元件提供更低的导通阻抗值，满足优化系统设

计之需。此外，更好的邦定（bonding）技术也提供优势，其中夹贴合（clip bonding）相较于传统线邦定（wire bonding）有效得多。

虽然市场上已经有联合封装的方案，但通常情况下，它们缺乏特定某些下一代充电系统设计重要属性的特性。这是因为它们没有连接内置温度传感器，因而不能提供电流监测功能，而要完全保持系统可靠性，电流监测是必需功能。

安森美半导体的LC0511CMT是一款极为先进的保护IC，特别针对单节锂离子电池充电应用。由于具有优异功能，此元件能被用于构建电路保护系统，而所需额外外围元件数量极少。它拥有2个集成功率MOSFET元件，以

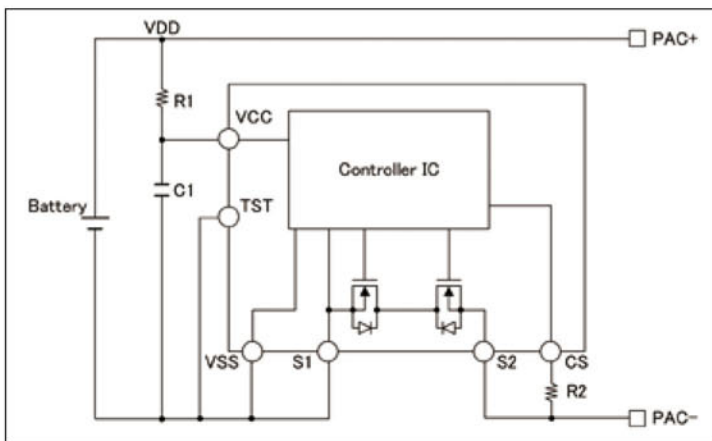


图4: 导通过程中的门级电压曲线（摘自图3）。绿色显示8个并联发射极绑定线（共计2nH）的感应电压曲线。蓝线是计算出的有效门级电压。

及极精确的检测/检测延迟电路，用于防止电池过度充电、过度放电、过大电流放电及过大电流充电。图1显示了此元件的应用电路图。在正常模式下时，它透过检测电池电压（VCC）及CS接脚电压来控制充电/放电。如果电池电压介于过度放电检测电压（ V_{uv} ）与过度充电检测电压（ V_{ov} ）之间，以及CS接脚电压介于充电过流检测电压（ V_{oc1} ）与过度放电检测电压之间，那么，功率MOSFET元件导通。透过降低锂离子电池温度，就能够实现更高精确度的过电流保护及降低 $R_{ss(on)}$ （这是两颗功率MOSFET元件 $R_{DS(on)}$ 之综合值）。

快捷有效的充电将是未来消费性电子产品的基础，但它也增加了过热的风险。这表示要求更先进的保护机制。透过此文介绍的集成功率MOSFET与控制电路，以及先进的散热管理和精确感测，将有可能大幅降低界面电路的总容限（tolerance），同时还降低功率MOSFET的导通阻抗。这就大幅增加负载电压及电流的总体可用范围，同时提升制造良率（因而降低单位成本）。

www.onsemi.cn