

# 基于锂离子电池的应用设计

Designing Applications with Lithium-Ion Batteries

## 目录

1. 概述 .....	1
2. 使用单颗锂离子电池供电的应用 .....	2
3. 锂离子电池的充电方法 .....	5
4. 电池电量计 .....	8
5. 总结 .....	9

## 1. 概述

与其它类型的二次电池相比，锂离子电池具有以下优点：重量轻，其能量密度是镍-镉电池的两倍；自放电比镍-镉电池少 6~8 倍；没有记忆效应；单元电压大约 3.6 伏，属于较高水平，通常能满足大多数应用的需要。这些特点让锂离子电池在便携式电子产品中得到广泛的应用。



图 1. 容量从 200 毫安到 2800Ah 的电池

图 1 示出了几种典型的锂离子电池样品，它们被使用在不同的应用中，容量范围从 200mAh 至 2,800mAh。标准的锂离子电池通常使用刚性的外壳，锂聚合物电池则通常使用柔性或是袋状的外壳，这可以使它们的外形尺寸更小、重量更轻。在进行锂离子电池的应用设计时，必须了解电池的充放电特性以确保设计出的产品是安全的而且电池的寿命是最优化的。

## 2. 使用单颗锂离子电池供电的应用

当使用单颗锂离子电池作为应用的电源输入时，必须考虑到电池在放电时的电压变动范围，其值通常为 4.2V 至 3.0V。面对这样的电压变化范围，大部分的应用都需要采取某种形式的电压调节措施。

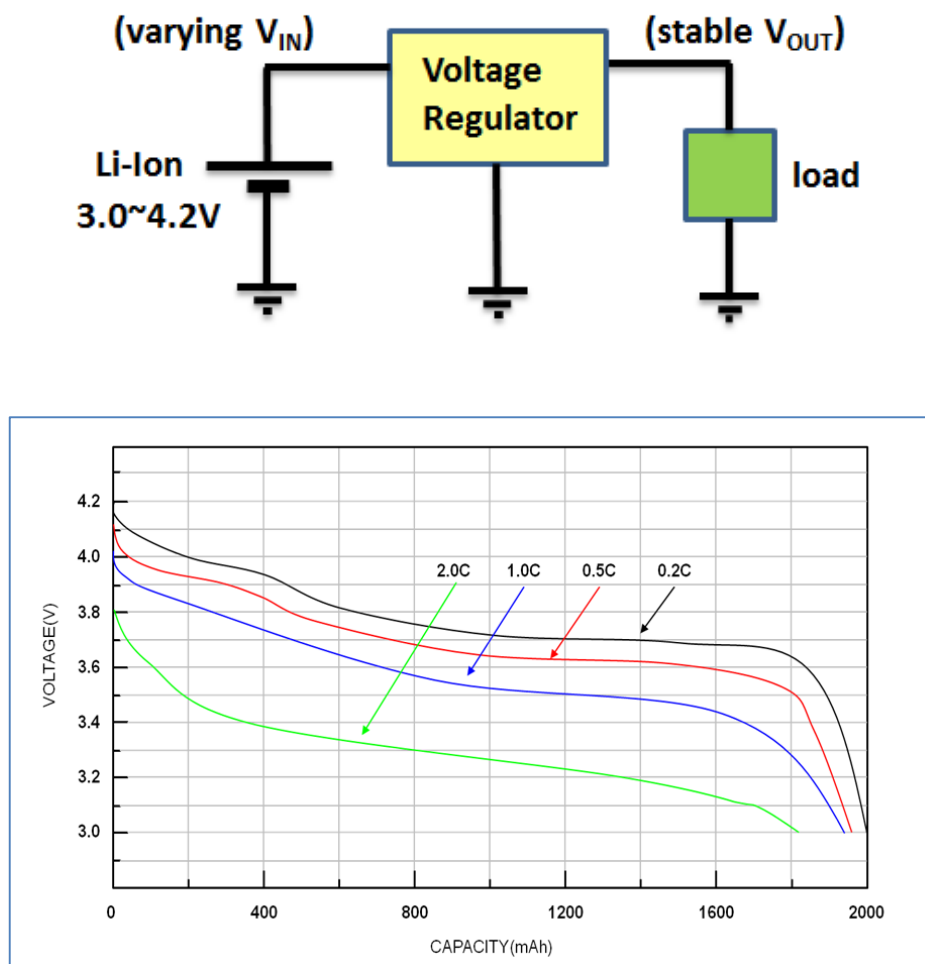


图 2. 典型的 2000mAh 锂离子电池放电曲线

图 2 显示了一款 2,000mAh 锂离子电池的典型的放电曲线，其电压从充满时的 4.2V 一直变化到完全放电时的 3.0V。不同的放电率表现出不同的电池容量，在较高的放电电流下，电池容量达不到额定值，电池电压因为电池的内阻而出现了较大的跌落。

立锜科技提供了众多的线性稳压器、Buck、Boost 和 Buck-Boost 等各种架构的电压转换器，它们可在此输入电压范围内工作。

对于低功耗的应用，它们给电池造成的负担很小，这时可以采用超低静态电流的低压差线性稳压器，例如 RT9063，它的自身耗电只有 1 $\mu$ A，这在低功耗的应用中表现出明显的好处。

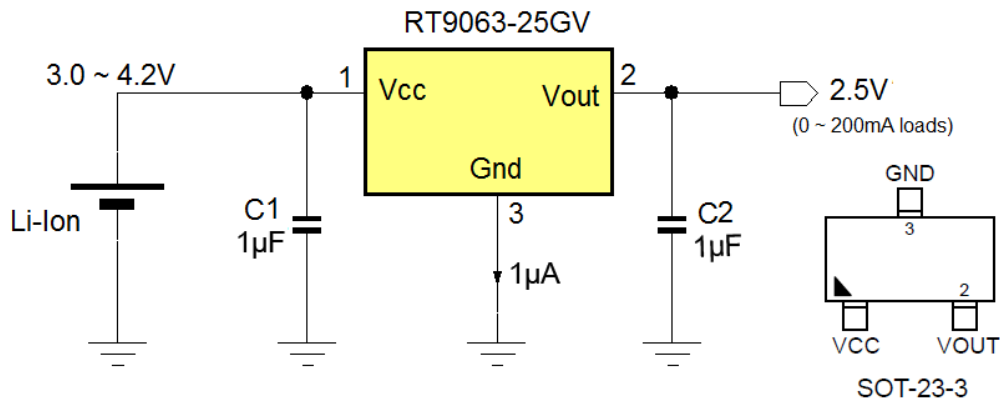


图 3. RT9063-25 在低功耗系统中的应用

大多数低压 Buck 架构转换器在面临电池电压降低到接近输出电压的状况时可以将占空比扩展到 100%，这样可以最大限度地扩展电池电压的可用范围，RT8059 是这样的典型产品之一。

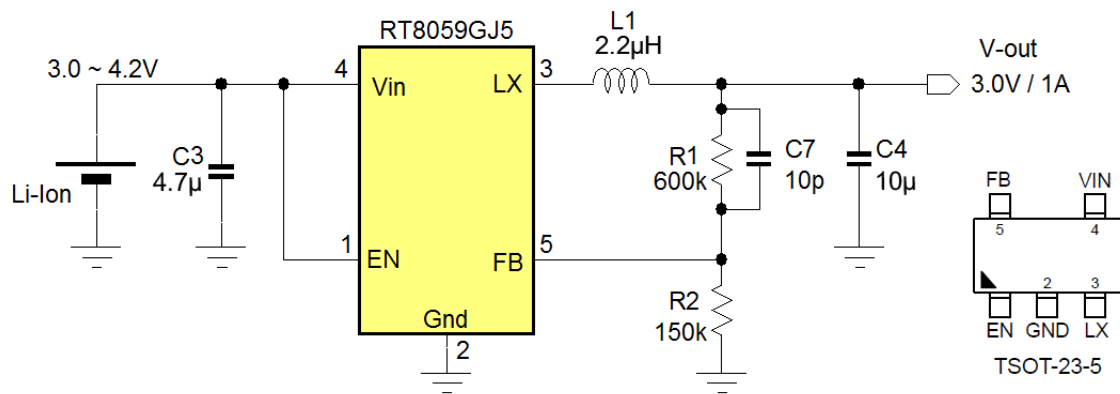


图 4. RT8059 能在输入电压接近设定好的输出电压时维持稳定的输出

Boost 转换器的例子有 RT9276，它能生成稳定的 5V 电压为 USB 接口供电， 同时还能提供电池电压过低检测功能。

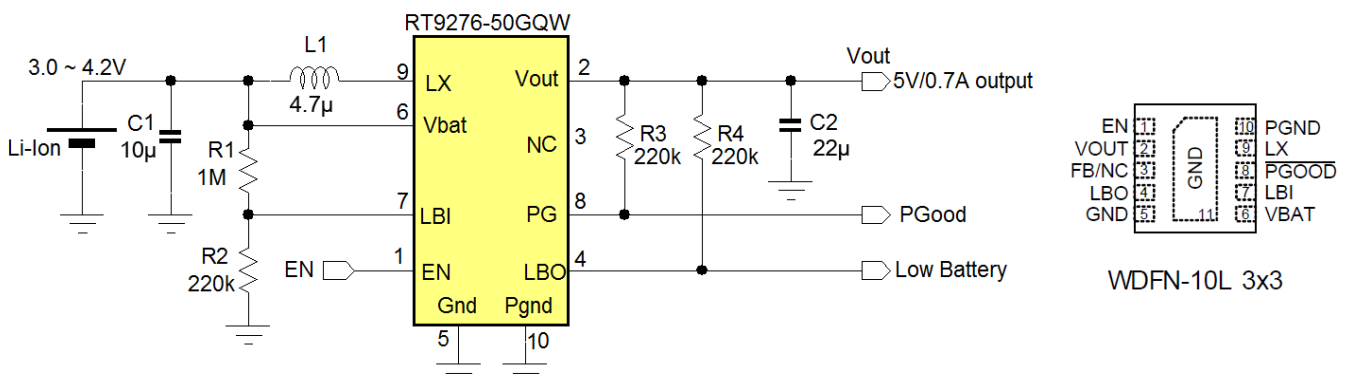


图 5. RT9276-50 可输出稳定的 5V 电压为 USB 借口供电，同时提供电压过低检测功能

RT6150A 和 RT6154A 是 Buck-Boost 架构的器件，它们能在 Buck 模式和 Boost 模式之间无缝切换，对于那些输出电压介于电池电压的最高值和最低值之间的应用是最佳的选择。

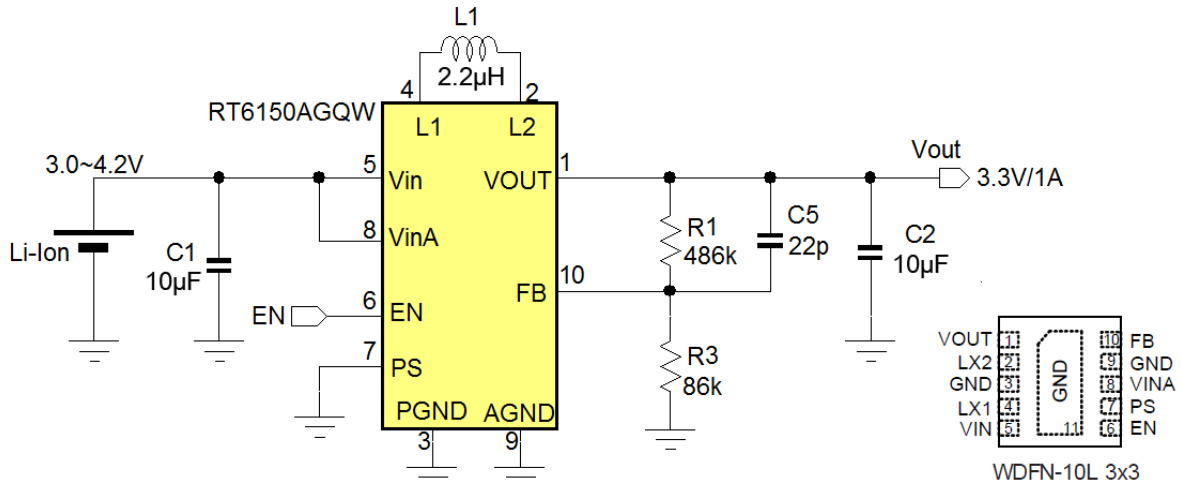


图 6. 当电池电压低于  $V_{OUT}$  时，RT6150A 自动从降压模式切换成升压模式

恒流输出的 Boost 转换器常被用于锂离子电池供电的多只 LED 串联驱动，电荷泵（+恒流源）的架构则常常用于单只或多只 LED 并联连接的场合。Boost 架构的 RT9285B 和 RT9293B 常被用于中小功率的场合，多串 LED 的驱动则是 RT8532 这样的具有多个恒流输出通道的器件的天下，常常在大型面板背光驱动中出现。

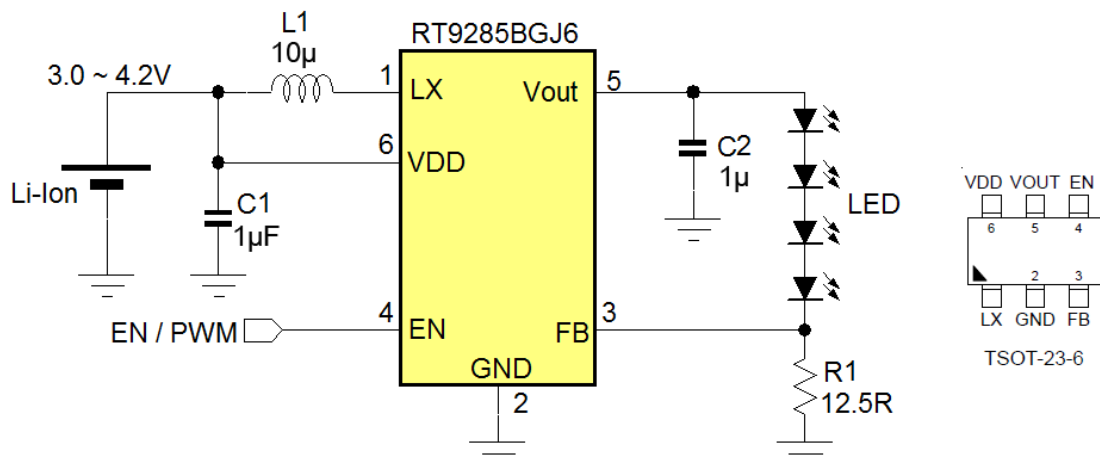


图 7. 可用 PWM 信号进行调光的 RT9285B 可驱动 4 颗白光 LED

#### 常规应用提示：

大部分开关型转换器都具有轻载时的效率增强模式，因而扩展了电池的应用范围。

锂离子电池对过放电非常敏感，这是为什么许多电池单元中都内建了欠压保护电路 (Under Voltage Protection, UVP) 的原因，它们能在电池被放电到电压低于 2.5V 时将电池从电路中断开，避免过度放电。最好的做法还是在电池内建的保护电路动作以前就对电池进行再充电或是将其从电路系统中断开以确保安全。

对于仅仅使用陶瓷电容作为输入电容的系统来说，在进行电池安装时，由电池连接线的电感和系统中的具有很低的等效串联电阻的陶瓷输入电容在接入过程中所形成的电流冲击很容易形成自激过程，它所形成的电压振铃信号很容易出现过高的电压并对系统元件构成威胁，电路设计者应该对此表现进行检查以确保热插入过程不会形成超过 IC 输入端规格的过电压，确保应用的安全。

### 3. 锂离子电池的充电方法

对锂离子电池进行充电时需要特别小心，因为过度充电会导致不安全的状况发生。大多数锂离子电池充电器都具有预充电、恒流充电、恒压充电、电流切断功能，如图 8 所示。

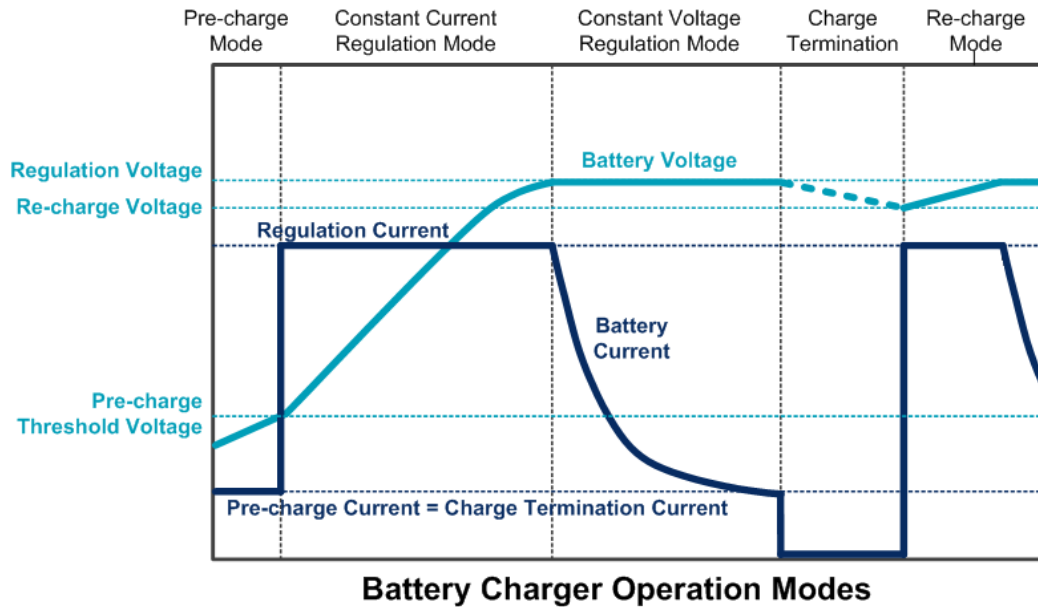


图 8. 锂离子电池充电模式

充电时的最高电压需要被精确地控制以在充电量和电池寿命之间取得平衡。在电池被深度放电以后，充电器会先提供一个很低的预充电电流对电池状态进行调整以便可以进行正常充电。预充电电流也同时具有重设电池模块内部的欠压保护电路工作状态的作用。

在恒流充电期间，对电池的充电由设定的电流来进行，通常在 0.5C 到 0.7C 之间。(C 为电池容量，单位是 Ah)。

当电池电压被充电到靠近设定的电压（这个值通常为 4.2V 或 4.35V，依据电池的种类不同而不同）时，充电器将转入恒压充电模式，充电电流将逐渐地自然降低。这里提到的设定的电压是容许的最高充电电压，它必须被精确地控制以避免过充电的发生，那样将会导致电池的损害，并且导致不安全状态的出现。

当电池的电压被调整到一个稳定的电压并且充电电流低于预先设定的占额定充电电流的某个百分比以下时，可以认为电池已被充满，充电过程将会终止。不建议对电池进行持续的涓流充电，这将导致电池的寿命缩短。当电池电压下降到某个水平时，这个水平通常是指低于额定充电电压 0.1V~0.2V，大部分充电器都会对电池进行再充电的动作，其方法和结束的条件与上面所述的相同。

当电池要进入长期不用的状态时，最好的做法是将它们放电到电池容量的 40% 左右（约 3.7V）以降低对其寿命的影响。

在对电池的充电过程中，需要对它的温度进行监控，温度太高或太低时需要停止充电过程。对于大多数锂离子电池来说，正常充电的电池温度范围是 10°C ~ 45°C，当电池温度低于 0°C 或是高于 60°C 时，充电应当被禁止。

立锜科技拥有完整的锂离子电池充电器产品线，其中包含线性和开关式电池充电器。线性充电器架构通常用于电池容量高达 1000mAh 的应用，而开关式充电器则可用于更大容量的电池，可使用更高的电流（<1A）进行充电，或是应用在具有较高的输入电压时。

RT9525 是一个具有自动电源路径管理功能的线性充电器，这意味着它可以在为电池充电时容许系统处于工作状态，当电源适配器提供的电流不能满足系统的需要时，电池的电能被引入系统共同为系统供电。

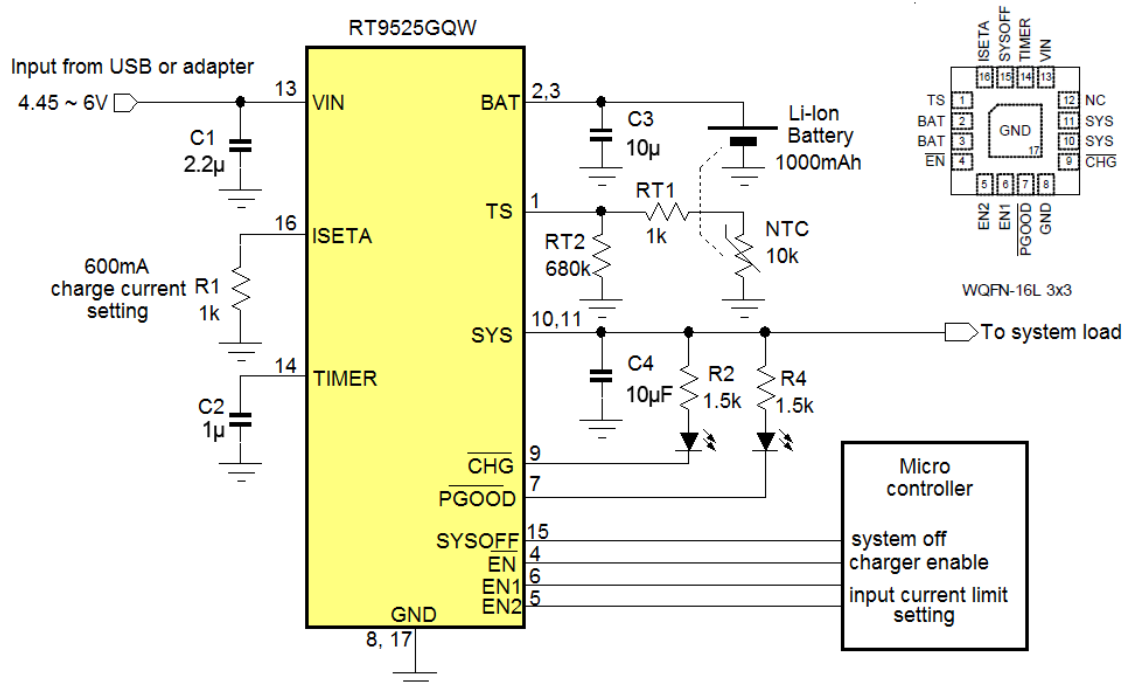


图 9. 具有自动电源路径管理功能的线性充电器 RT9525 适用于小容量锂离子电池的应用

RT9451 是一个具有 I<sup>2</sup>C 控制接口的开关式充电器，它容许系统灵活地选择充电条件和规格。它的开关拓扑在 Buck 降压模式下可容许在最高 12V 的输入电压下工作，充电电流最大达 4A，可为电池进行快速充电。它也可以被配置成为 Boost 模式将电池电压提升至 5V 并在 Vin 端输出，这恰好符合 USB On-The-Go 应用为设备供电的需要。RT9451 通常被使用于大容量的锂离子电池(>2Ah)应用，例如平板电脑。它也适用于电源模组，可以使用它的大电流 OTG 功能为外部设备充电、供电。

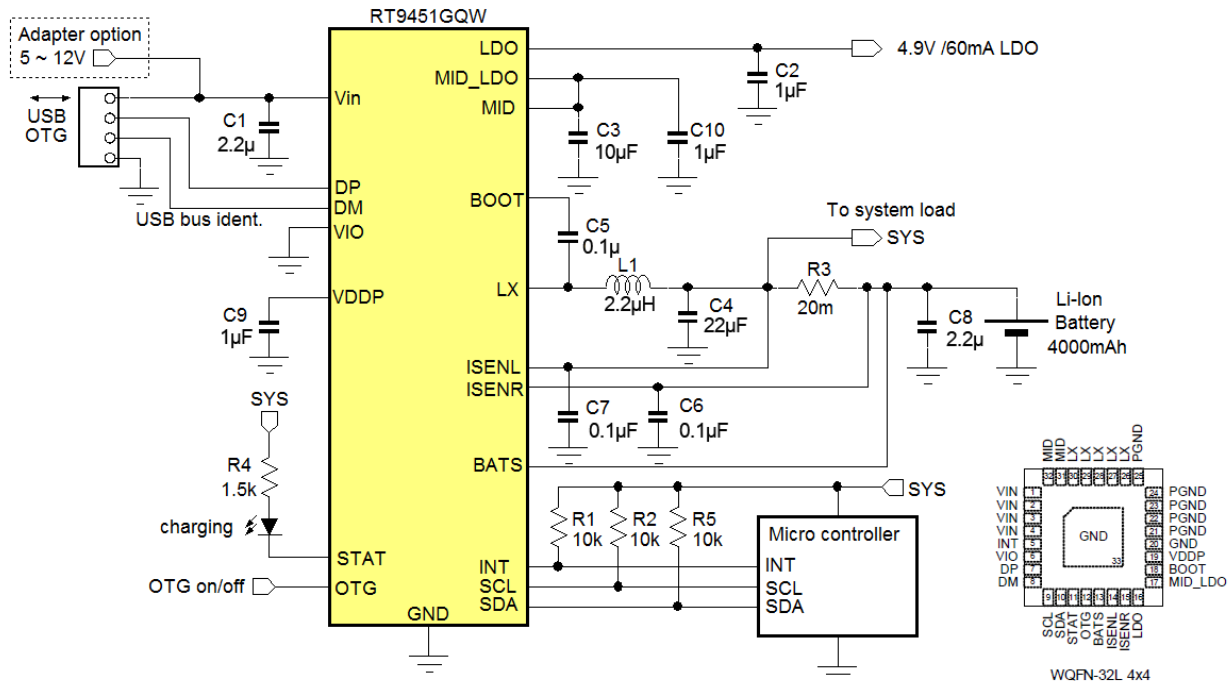
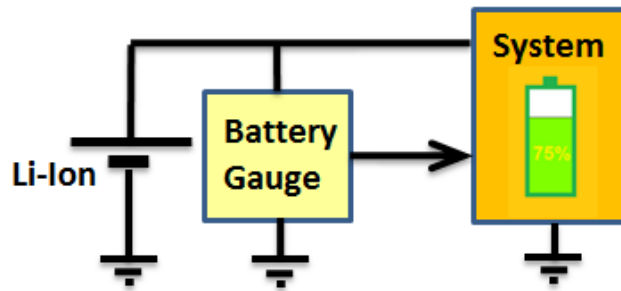


图 10. RT9451 于大容量锂离子电池充电的应用

## 4. 电池电量计



在许多电池应用中，随时知道电池还剩下多少电量是非常重要的。检查电池电量（SOC）的最常见做法是库伦计数法，它藉由测量电池电流随时间的净增加/减少来计算 SOC。这种方法在理论上是准确的，但其实际的实现却会随着时间的行进而有误差累积。由于包含电流检测电路，它的电路也相对复杂。

另一种确定电池电量的替代方法是基于电池电压的动态计算法，它通过实时测量电池电压，并将测量得到的动态电压和电池模型结合起来经迭代运算得到 SOC 数据。这种方法不受误差累积的困扰，已经被应用在 RT9420 和 RT9428 电池电量监测 IC 中。它们直接连接到电池端，并能非常精准地监视电池电压。它们采用内部算法来计算相对荷电状态（SoC），并透过 I<sup>2</sup>C 端口和主机端的微控制器沟通。为了获得最准确的电池电量（SOC），电池的特性在使用前就必须被量测，以确保对电池的补偿、温度和充放电的效应都被包含在 SOC 的运算中。

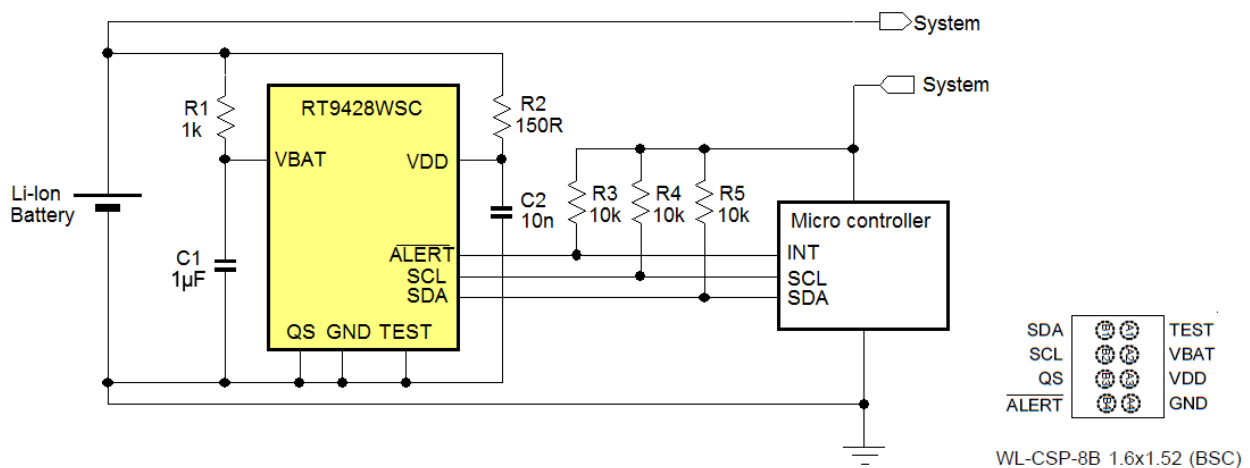


图 11. RT9428 电池电量计应用

图 11 显示了 RT9428 在应用中的连接方法，为了量测到精确的电池电压，建议采用开尔文连接法。



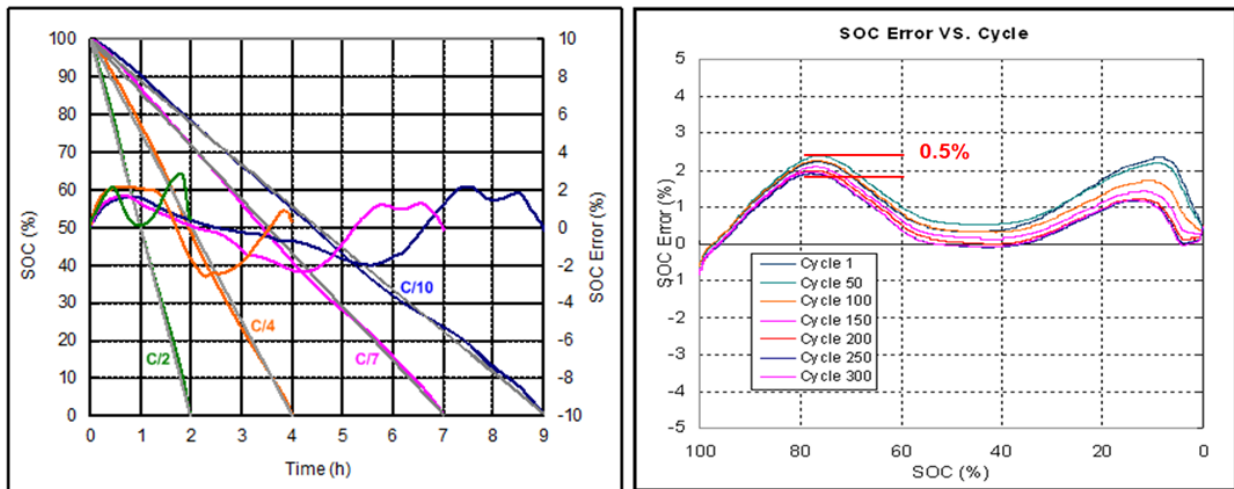














图 12. 不同充放电条件下和若干充放循环后的电池电量（SOC）测量结果及其误差

RT9428 可以在不同充放电条件和电池循环寿命下，提供精确的电池电量（SOC）数据。

## 5. 总结

在設計鋰離子電池供電的應用時，必須特別關注電池是否操作在安全的條件下。立錡科技提供众多針對鋰離子電池供電的電源管理 IC，皆具備確保穩定和安全操作的功能供客戶選擇。欲了解更多可供鋰離子電池供電應用的電源管理 IC，請登錄“[鋰離子電池供電應用中的電源管理器件](#)”。

相关产品		
<a href="#">RT6150</a>	Current Mode Buck-Boost Converter	 <a href="#">Datasheet</a>
<a href="#">RT6154A</a>	High Efficiency Single Inductor Buck-Boost Converter	 <a href="#">Datasheet</a>
<a href="#">RT8059</a>	1.5MHz, 1A, High Efficiency PWM Step-Down DC/DC Converter	 <a href="#">Datasheet</a>
<a href="#">RT8532</a>	Linear Single Cell Li-Ion Battery Charger with Auto Power Path	 <a href="#">Datasheet</a>
<a href="#">RT9063</a>	1 $\mu$ A I <sub>Q</sub> , 250mA Low-Dropout Linear Regulator	 <a href="#">Datasheet</a>
<a href="#">RT9276</a>	Synchronous Boost Converter with Voltage Detector	 <a href="#">Datasheet</a>
<a href="#">RT9285</a>	Tiny Package, High Performance, Diode Embedded White LED Driver	 <a href="#">Datasheet</a>
<a href="#">RT9293</a>	Small Package, High Performance, Asynchronies Boost for 10 WLED Driver	 <a href="#">Datasheet</a>
<a href="#">RT9361A</a>	Tiny Package, High Performance, Regulated Charge Pump	 <a href="#">Datasheet</a>
<a href="#">RT9428</a>	Host-Side Single Cell Lithium Battery Gauge	 <a href="#">Datasheet</a>
<a href="#">RT9451</a>	Switch-Mode Single Cell Li-ion Battery Charger with USB OTG	 <a href="#">Datasheet</a>
<a href="#">RT9525</a>	Linear Single Cell Li-Ion Battery Charger with Auto Power Path	 <a href="#">Datasheet</a>

相关资源	
立锜科技电子报	<a href="#">订阅立锜科技电子报</a>
档案下载	<a href="#">PDF 下载</a>
Landing Page	<a href="#">Battery Management</a>

## Richtek Technology Corporation

14F, No. 8, Tai Yuen 1<sup>st</sup> Street, Chupei City

Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-3-5526789

Richtek products are sold by description only. Richtek reserves the right to change the circuitry and/or specifications without notice at any time. Customers should obtain the latest relevant information and data sheets before placing orders and should verify that such information is current and complete. Richtek cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Richtek product. Information furnished by Richtek is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Richtek or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Richtek or its subsidiaries.