

BMS算法设计之电池SOC介绍（一）

大家好！今天给大家带来的是【BMS 算法设计】系列文章的第一篇。本期主要介绍的是电池SOC的基本常识，后续会给大家介绍各种SOC的估算方法及其优劣势的对比，让我们一起来学习吧！

电池的SOC通常被定义为当前的容量 $Q(t)$ 和其标称容量的 Q_n 比率，这也是表明电池中可以存储的最大的电量。公式如下：

$$SOC(t) = Q(t) / Q_n$$

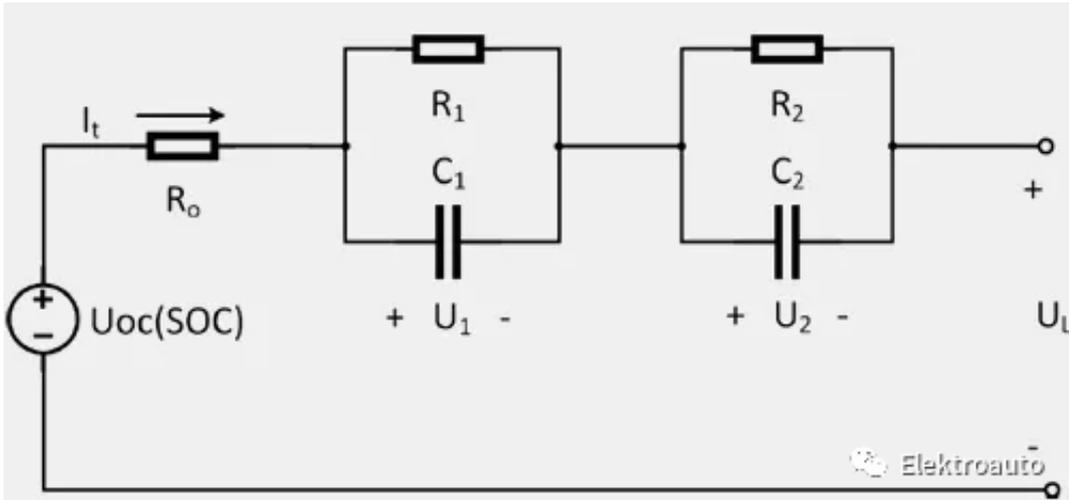
精确的SOC估算能够反映一些重要的信息，比如电池的性能、电池的剩余寿命等，这些信息最终都会导致对电池的功率和能量的有效管理和利用。此外，SOC估算可以用来调节由于电池的过放和过冲而导致电池的寿命降低、爆炸或者起火，加速老化和电池电芯结构的永久性破坏。因此，准确的SOC指示对于用户的便捷性和确保电池的效率、安全性和寿命非常重要。一个精确的SOC估算是我们对于消除热失控导致的失效和调节电芯均衡的基本考虑点。

大多数的SOC估算技术需要非常精确的测量数据，无论是电池的化学成分（电解液的类型）、它的运行的条件，还是电芯的变量（电压、电流）等，因此仅仅适用于在实验室而不是真实的应用中。此外，给定的SOC估算方法比其他的方法更适合或者适用于特定的应用。因此，电池的SOC不是一个可以直接测量出来的状态，而是通过一些可用的参数（电压、当前电流或者表面温度等）估算出来的。

作为当前最先进的、最灵活的电池技术，锂离子电池（Lithium ion battery）展示出了其高容量、高能量密度、低自放电率、长寿命和更多次的充放电循环、更低的运行和维护的需求等与其他标准类型的电池（铅酸、镉镍等）相比更多的优势。然而，过放和过充都会导致锂离子电池电芯的永久性的损坏，严重的可能会起火，甚至爆炸。所以，准确的对电池SOC进行估算可以防止电池被频繁的充放电，从而节省电池的使用寿命。

在各种电力系统的应用中，比如储能系统（Battery Energy Storage Systems - BESS）和电动车（Electric Vehicles - EV），估算和控制SOC都是十分重要的。当谈到可再生能源在配电网中的高渗透时，BESS也就成了解决可再生能源间歇性问题的一个潜在的解决方案。但BESS系统的运行容易受到不平衡的负载动态、电动汽车充电应用和单相分布式发电等动态干扰的影响。因此，如若开发一个包含这些动态方面和涉及诸如建模、仿真、控制方案开发和标准测试程序等方面的BESS，需要一个足够的电池模型来模拟真实的电池特性。

最常使用的电池模型是等效电路电池模型（Equivalent Circuit battery Models - ECM）和电化学电池模型（Electrochemical battery models）。ECMs与复杂的电化学模型相比更灵活和方便计算，因为电化学模型需要考虑电池的化学过程和降解过程，这个是需要数学方程（time - variant spatial partial differential equations - 时变空间偏微分方程）来支持的。我们最常用的一种电化学模型是SPM（Single Particle Model - 单粒子模型），该模型设计了反推方式的PDE（Partial Differential Equations - 偏微分方程）状态估算器。但是由于SPM模型捕获的电芯动态较少，并且此方法需要较高的计算成本和时间，因此，我们这里只考虑ECM模型。通常来说，ECM模型包括电阻模型（Rint Model）、一阶RC模型（Thevenin Model）、阻容模型（the RC model）、PNGV模型（Partnership for a New Generation of Vehicles）和二阶RC模型（the improved Thevenin Model）。在这些ECM中，二阶RC模型由极化电容器组成，以表示瞬态行为的响应。如下图所示：



为了精确的估算SOC，电池模型必须能够准确地表示出静态和动态两方面的反应。随着电池模型的精度增加，相应的计算成本和时间也会增加。因此，关于模型精度和计算效率的折中选择，二阶RC模型的优势就显现出来了。本篇中提到的其他模型都有很高的计算效率但是精度会差很多。在二阶RC模型中，一个电压源代表电池的OCV（Open Circuit Voltage - 开路电压）。因此，想要获得一个精确的电池模型，采用一个合适的SOC估算方法就十分必要了。我们要综合考虑SOC估算方法的精度和复杂性。

SOC的估算算法通常在BMS（Battery Management System - 电池管理系统）中运行，并根据单体电芯的电压、温度、SOC和SOH的状态来调节电池组中的能量。BMS的主要功能是为电池系统维持一个安全的运行环境，并且保护电池系统免于损坏。尽管电池SOC估算是BMS的一个关键功能，但是由于电池里面非线性复杂的电化学过程，它的精度和在线估算仍然是一个挑战。

以上就是本期对电池SOC基本常识的介绍，下期开始，将陆续为大家带来传统和改进的SOC估算方法的介绍。我们下期再见啦！

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/154869.html>