

一种锂离子蓄电池寿命的预测模型

目前大部分移动设备采用充电电池供电，而这类电池受速率容量效应（rate capacity effect）、恢复效应（recovery effect）等效应的影响，其放电特性呈现非线性。要精确预测电池剩余容量或电池寿命，需要建立一个能够描述这种非线性特性的数学模型。

基于差分方程（描述发生在电化学电池中的复杂现象）的精确电池模型被提出来已经近十年了，但是求解这些差分方程的计算量非常大，甚至可能需要几天时间。最近几年，一些高级电池模型已经被提出来，这些模型能减少模拟时间，并能在可接受的精度范围内预测相关变量。其中 Daler Rakhmatov 等人提出的基于扩散理论的解析模型，可以对任意给定负载精确预测锂离子蓄电池寿命。Rakhmatov 模型在预测精确度、效率和通用性等方面相当成功，但是，在应用 Rakhmatov 模型预测电池寿命时，其计算量仍然比较大。本文以 Rakhmatov 模型为基础，通过在误差许可范围内的近似，得到了一种简单而精确的电池寿命预测模型，模型有常数（电流）负载和变化（电流）负载两种情形，并详细分析了这种模型的适用范围。本文中的“负载”主要是指电流负载。文中的电池寿命是指一个满容量电池从开始放电到电池输出电压下降到终止电压（cutoff voltage, V_{cutoff} ）的时间。

1 Rakhmatov 解析模型

Rakhmatov 模型主要适用于锂离子蓄电池。通常锂离子蓄电池由阴极、阳极和电解液组成，电解液把两个电极分隔开。电池放电过程中，阳极释放出电子到外部电路，而阴极则从电路接收这些电子。

Rakhmatov 等人把电化学反应中活性物质的运动抽象为有限区域上的一维扩散问题，根据法拉第定律（描述电化学反应）和菲克定律（描述电池内的一维扩散特性），通过推导，得到负载电流 $i(t)$ 和电池寿命 L 的关系式

$$\alpha = \int_0^L i(\tau) d\tau + 2 \sum_{m=1}^{\infty} \int_0^L i(\tau) e^{-\beta^2 m^2 (L-\tau)} d\tau \quad (1)$$

详细方案下载：[一种锂离子蓄电池寿命的预测模型](#)