

CNR 18650 型号锂离子 NCA (镍钴铝酸锂) 电池碳酸锂需求量测算

计算中，我们选用最新一代 18650 电池做分析，即下图中最右一列参数。

表2 松下电池公司已经或者可能用于Tesla 的18650电芯基本技术参数

型号	NCR 18650	NCR18650 A	新一代18650	最新一代18650
正极	NCA	NCA	高密度NCA	高密度NCA
负极	石墨	石墨	石墨	Si/C 复合负极
容量	2.9 Ah	3.1 Ah	3.4 Ah	4.0 Ah
质量	~ 44 g	~ 44.5 g	~ 46g	~ 54 g
工作电压	3.6 V	3.6 V	3.6 V	3.4 V
充电电压	4.2 V	4.2 V	4.2 V	4.2 V
能量	10.4 Wh	11.2 Wh	12.2 Wh	13.6 Wh
体积能量密度	620 Wh/L	675 Wh/L	730 Wh/L	800 Wh/L
质量能量密度	236 Wh/Kg	252 Wh/Kg	265 Wh/Kg	252 Wh/Kg

第一步：测算单体电池正极材料质量

根据下图中的数据所示，其质量能量密度为 252Wh/kg，能量为 13.6Wh，因此电芯单体的质量为 **0.054 千克 (54 克)**。根据松下电池公司对该产品的介绍来看，18650 电池中正极材料质量占比 20~35%，4.0Ah 的电池相对属于容量较大，因此我们假设其正极材料质量接近 35%，因此**正极材料质量在 0.019 千克 (19 克) 左右**。

第二步：测算单体电芯对碳酸锂需求量

镍钴铝酸锂的化学式为： $\text{LiNi}(x)\text{Co}(y)\text{Mn}(1-x-y)\text{O}_2$ ，其中最常见的是 $\text{LiNi}_0.8\text{Co}_0.15\text{Al}_0.05\text{O}_2$ ，其分子量为 $7+59\times 0.8+59\times 0.15+27\times 0.05+16\times 2 = 96.4$ ，碳酸锂分子式为 Li_2CO_3 ，分子量 $7\times 2+12+16\times 3=74$ ，按锂元素一比一，两者重量比是 $74 : (96.4\times 2) = 0.38 : 1$ 。可知其中 **1 克镍钴铝锂离子三元正极材料需要 0.38 克碳酸锂**。则**生产一节 18650 钴镍铝三元电池正极材料需要 $19\times 0.38 = 7.22$ 克碳酸锂**。（比亚迪的磷酸铁锂，假设其质量能量密度为目前最理想状态，150Wh/kg，其能量约 11Wh，按照正极材料质量是总质量 30% 计算，一块磷酸铁锂电池正极材料所占质量 22 克，根据化学分子式 FeLiO_4P 以及锂元素与碳酸锂一比一，得出一克的磷酸铁锂电池正极材料需要 0.23 克碳酸锂，则**生产一节磷酸铁锂电池正极材料需要 5.16 克碳酸锂**）

第三步：测算一辆 Model S 100D 对碳酸锂的需求量

目前 Model S 100D 实际使用了 8256 节（*注）新型大容量三元电池，折合碳酸锂当量为 $8526\times 7.22=61557.72$ 克，约等于 62 千克的碳酸锂。

在 Fred 的文章中，100D 的实际功率为 102.4 千瓦时，因此初步预计目前最新特斯拉 Model S 100D 所使用的镍钴铝酸锂三元材料电池（来自松下的最新 18650 型号——正解镍钴铝酸锂、负极硅、碳复合材料）的碳酸锂需求为 **0.62 千克/千瓦时**。

结论：

考虑到上述为理论计算数据，假设实际电池的使用包括电解液对锂的需求，另加市场其它电池厂家的综合水平，市面所有电池对碳酸锂的需求损耗在 20% 左右的话，整体 NCA 三元材料电池的里需求预估为 $0.62\times (1+20\%) = \mathbf{0.74 千克/千瓦时}$ 。

*注：来自 Electrek 网站、作者 Fred Lambert 发布于 2017 年 1 月 24 日关于最近牛人拆解 100D 的文章。