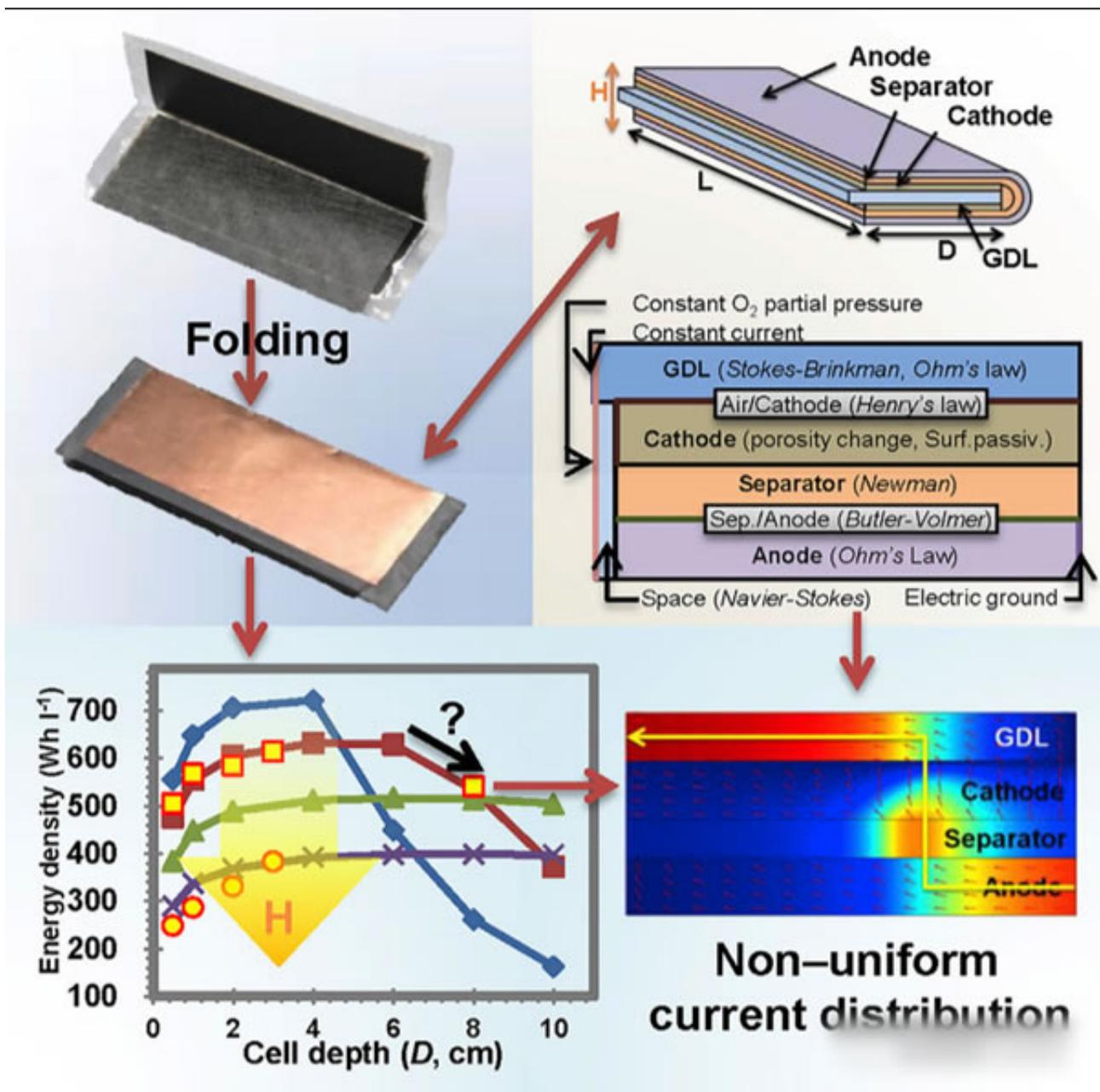


## 1214Wh/kg！三星公司推出超高比能量Li-O<sub>2</sub>电池！

随着电动汽车续航里程的不断增加，主机厂商对于动力电池能量密度的要求也在不断提高，目前工信部发布的《新能源汽车推广应用推荐车型目录（2019年第一批）》中一款帝豪纯电动轿车系统能量密度达到182.44Wh/kg，是首款系统能量密度达到180Wh/kg的动力电池产品，根据目前动力电池的成组效率来看，要达到180Wh/kg的系统能量密度方形、圆柱和软包单体电池的能量密度应该达到260Wh/kg、277Wh/kg和240Wh/kg以上。随着电动汽车技术的持续发展，对动力电池能量密度的要求还将不断提高，但是普遍认为目前的锂离子电池体系能量密度极限在350Wh/kg左右，继续提高能量密度就需要采用新体系。

在众多的新体系中，Li-O<sub>2</sub> 电池凭借着3458Wh/kg的超高理论能量密度吸引了不少研究者的目光，近日韩国三星电子的先进技术研究院的Heung Chan Lee（第一作者，通讯作者）和Dongmin Im（通讯作者）等人通过采用超薄气体扩散层，高电导率聚合离子液体隔膜和折叠电池结构等方法推出了一款能量密度达到1214Wh/kg，体积能量密度达到896Wh/L的超高能量密度Li-O<sub>2</sub>电池。



自1996年推出首款非水体系Li-O<sub>2</sub>电池以来，人们已经对Li-O<sub>2</sub>电池进行了大量的研究

，通过碳空气电极设计、催化剂、电解液和添

加剂优化大幅提升了Li-O<sub>2</sub>

电池的循环稳定性

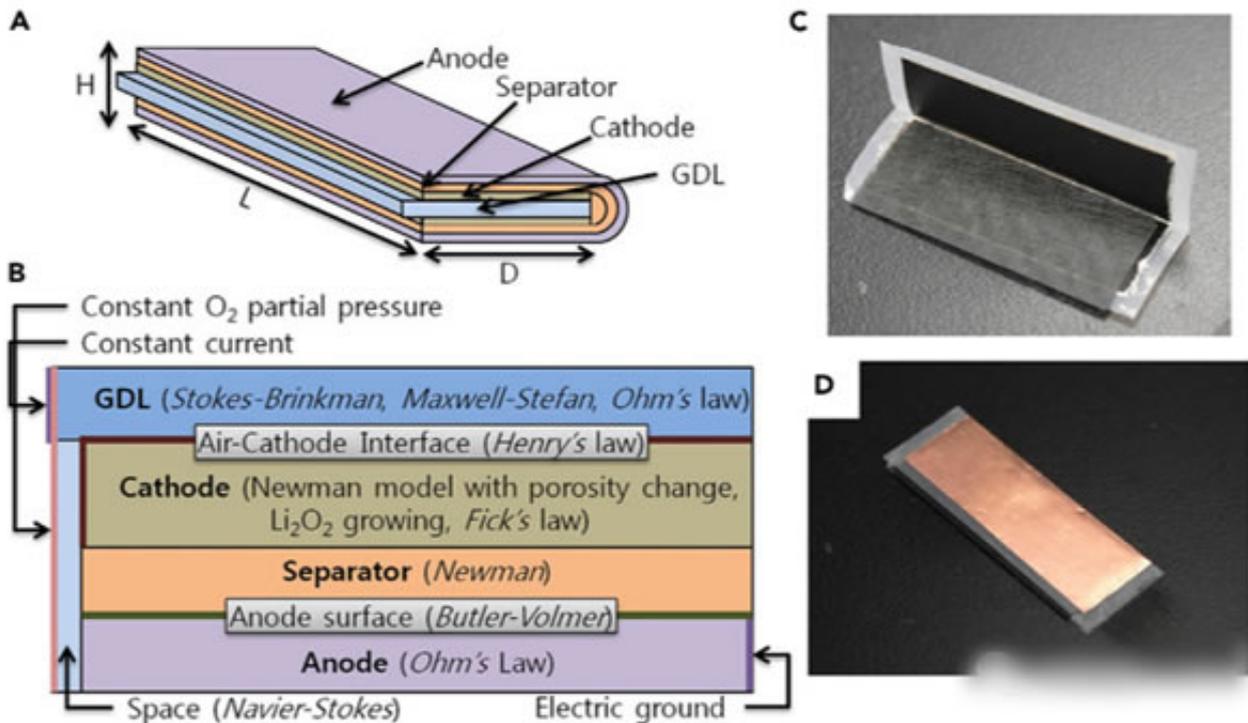
（部分研究的电池循环寿命可达1000

次以上），但是这些研究大多数关注的Li-O<sub>2</sub>电池的电性能，很少有研究关注Li-

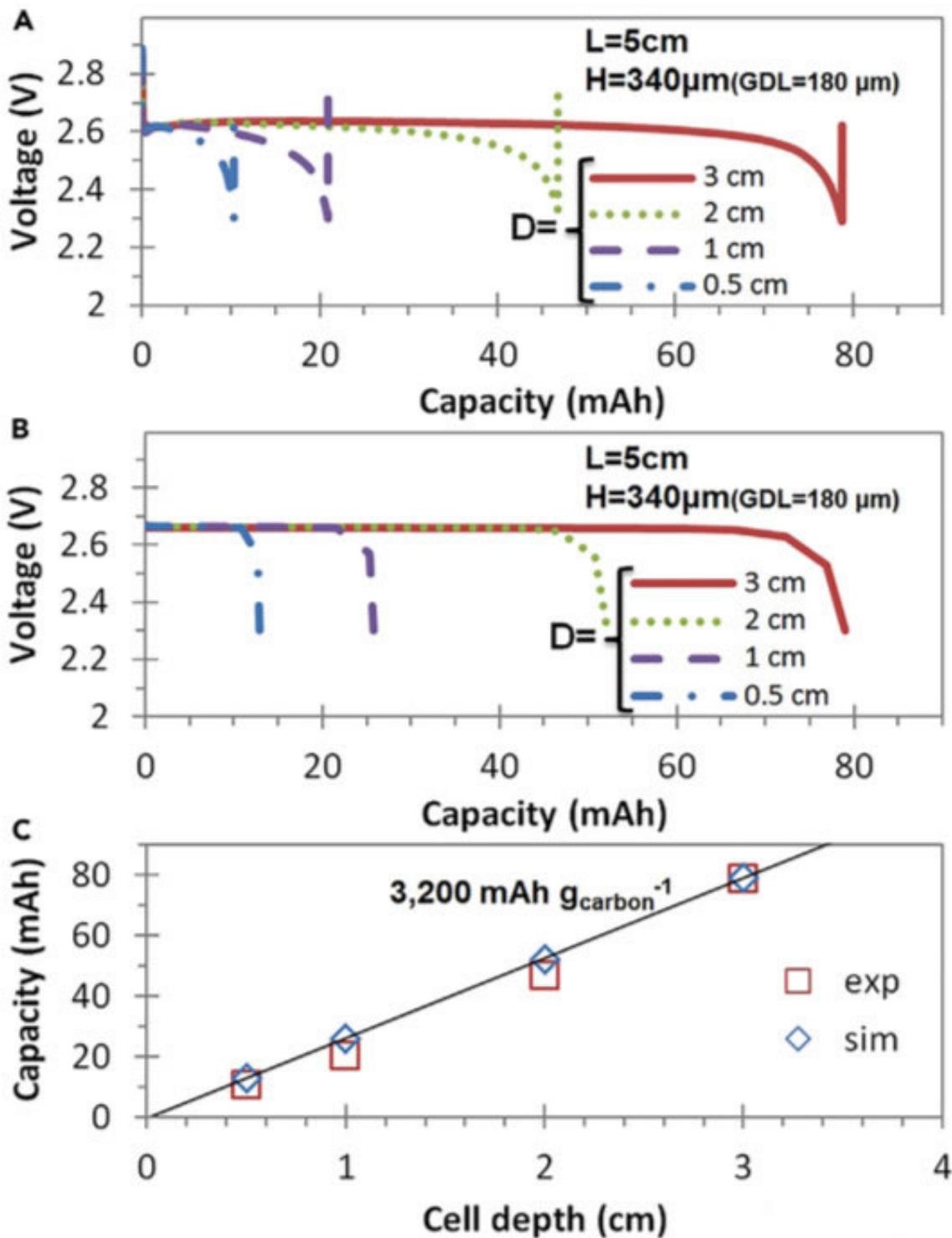
O<sub>2</sub>电池在电池层级的能量密度。而Heung Chan

Lee等人的研究恰好抓住了Li-O<sub>2</sub>研究的痛点，通过优化设计大幅度提升了Li-O<sub>2</sub>电池在电池层级的能量密度。

Heung Chan Lee推出的电池结构如下图所示，主要包含金属Li负极，聚合离子液体隔膜，多孔碳电极，含有离子液体的正极，以及空气扩散层（GDL），为了提高空间利用效率，电池组合好后还进行了折叠。



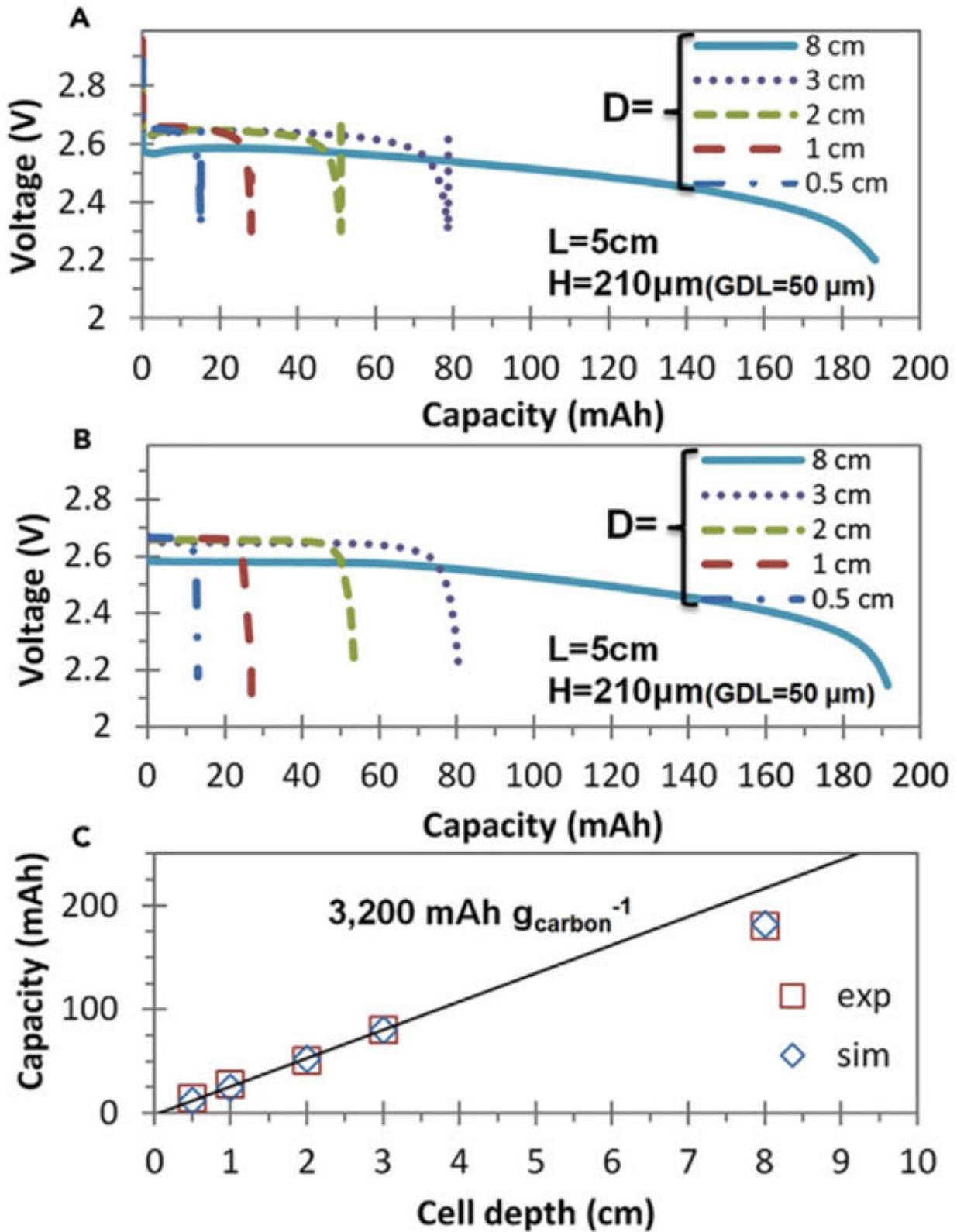
下图为上述的电池长度在5cm，厚度在340um的情况下，不同宽度时电池的容量，当电池的宽度为3cm时单层电池的容量可达80mAh，重量能量密度达到338Wh/kg，体积能量密度达到376Wh/L。



由于Li-O<sub>2</sub> 电池中的气体扩散层既起到了气体扩散层的作用，也作为正极的集流体，因此其性能和结构也对于电池的性能会产生明显的影响，因此作者对GDL的结构进行了改造使得其厚度下降到了50µm（原厚度180µm），以提高电池的能量密度，下图为采用新的GDL后不同宽度的电池放电曲线，可以看到在宽度为0.5、1、2、3cm时电池的容量随着宽度的增加而呈现线性增加，电池的放电曲线变化不大，但是电池的宽度达到8cm后，放电过程中电池的极化明显增加（约80mV），这表明更薄的GDL层会限制O<sub>2</sub>的流量，从而造成极化增加，但是对于宽度在3cm以下时影响不大。

我们计算GDL变薄后的电池比能量发现，当电池宽度为3cm时电池的重量能量密度可达700Wh/kg，体积能量密度可

达610Wh/L，但是如果我们把电池的宽度增加到8cm电池的能量密度反而会降低到580Wh/kg和520Wh/L。



为了分析造成更宽的电池极化增加的原因，作者分析了宽度分别为2cm和8cm的Li-O<sub>2</sub>电池在0%、20%、50%、85%和100%放电深度下GDL层和正极层中O<sub>2</sub>浓度和O<sub>2</sub>比例，从下图a中能够看到在开始的时

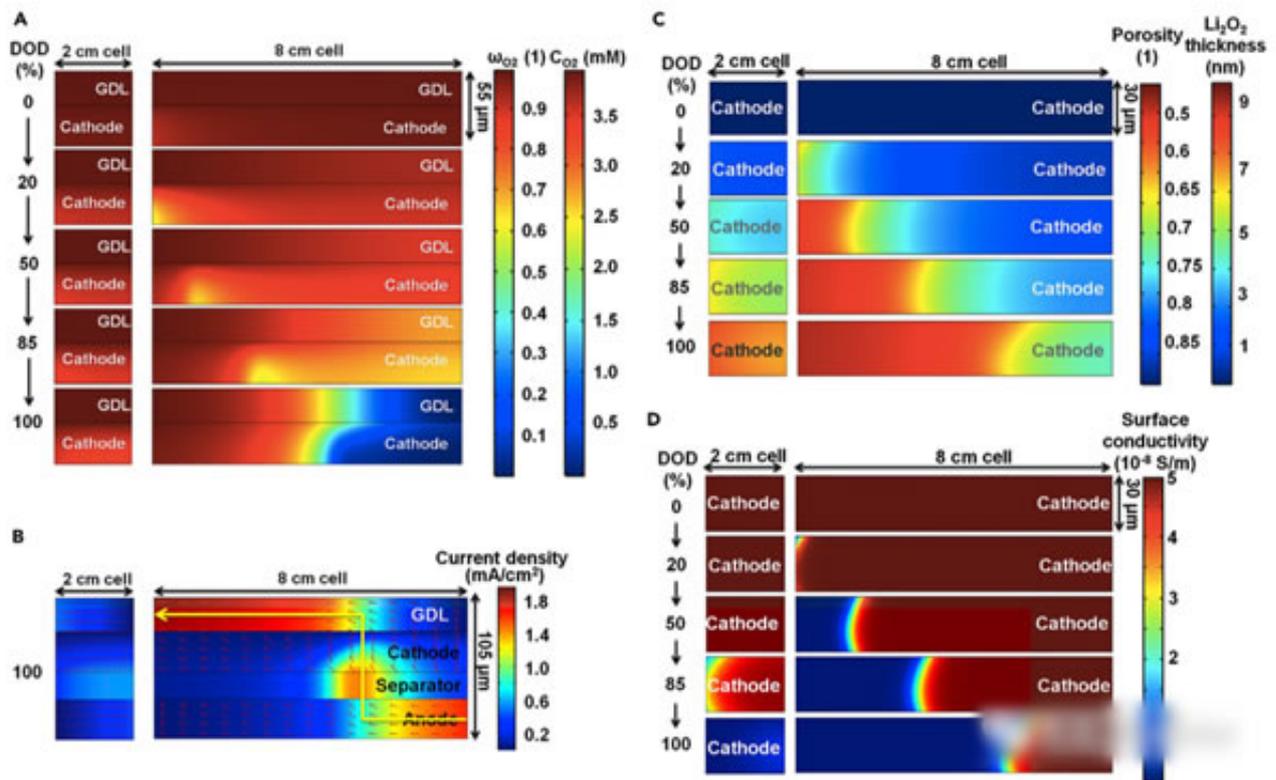
候2cm和8cm款的电池内部O<sub>2</sub>分布都非常均衡，但是放电深度增加，宽度为8cm的电池中O<sub>2</sub>浓度开始出现了明显的浓度梯度，在电池的尾部O<sub>2</sub>浓度大幅降低，这也是导致电池极化增加的主要原因。下图b为电池内部电流分布的图，从图中能够看到电池内部的电流分布并不均匀，在O<sub>2</sub>入口处电流的电流密度更大，这也进一步导致了电池内部反应的不均匀性，导致极化增加。

在Li-O<sub>2</sub>

电池放电的过程中，正极表面会形成Li<sub>2</sub>O<sub>2</sub>产物逐渐覆盖正极表面，使其失去反应活性，我们看到当电池的宽度为2cm时，放电过程中电池正极碳材料表面的Li<sub>2</sub>O<sub>2</sub>层的厚度变化是均匀的，但是对于8cm宽的电池，Li<sub>2</sub>O<sub>2</sub>层厚度的增加是非均匀的，从O<sub>2</sub>的入口处开始增加

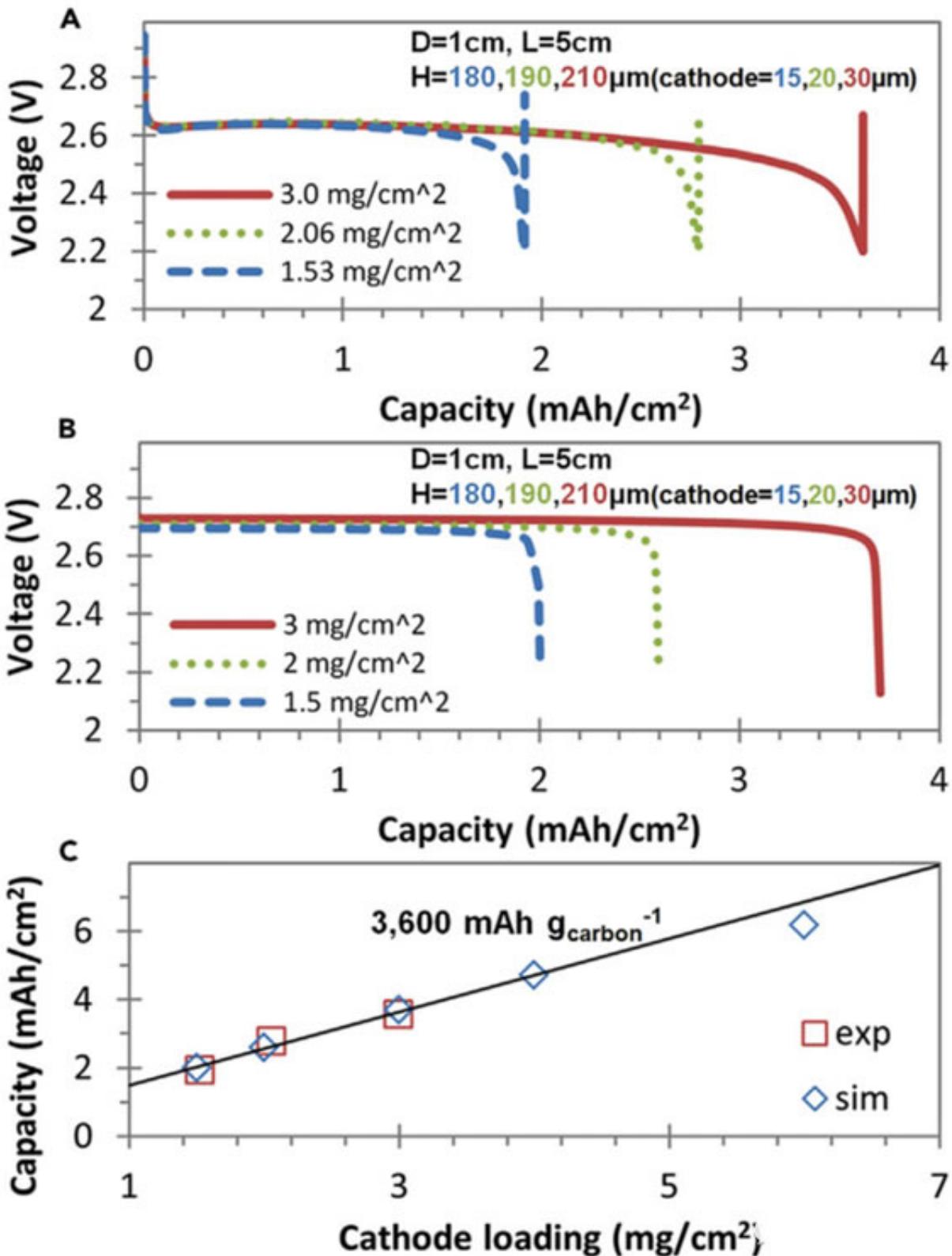
，逐渐扩散到电池的尾部。因此对于Li-O<sub>2</sub>

电池而言电池的宽度并不是越宽越好，而是存在一个最大宽度，例如对于50μm厚的GDL层和0.24mA/cm<sup>2</sup>的电流密度，电池的最大宽度不应超过6cm。

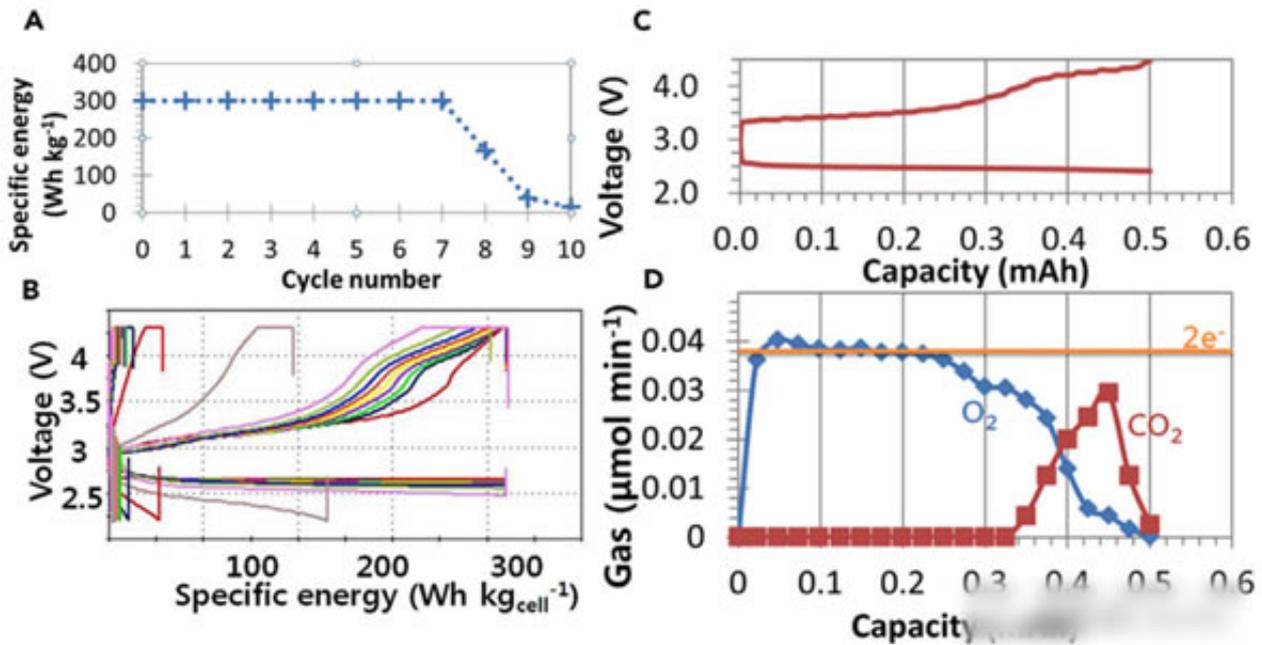


为了进一步提升电池的能量密度，作者在正极中引入了碳纳米管CNT并进一步降低了电解液的用量，下图为不同正极涂布量下的Li-O<sub>2</sub>

电池的放电曲线，从图中能够看到在3mg/cm<sup>2</sup>的涂布密度下，单位质量碳能够反应的容量达到3550mAh/g，电池的质量比能量达到1214Wh/kg，体积能量密度达到896Wh/L。



下图为正极采用CNT后的Li-O<sub>2</sub> 电池在300Wh/kg能量密度下的循环性能，从下图A中能够看到该电池的循环性能并不是十分理想，还需要进行继续的优化处理。



Heung Chan Lee等人通过采用高比表面积CNT导电剂，优化碳/电解液比例，采用高离子电导率的聚合物离子液体隔膜和超薄空气扩散层（GDL），以及折叠结构的设计等方法将Li-O<sub>2</sub>电池在全电池的层级的能量密度大幅提升到了1214Wh/kg，体积能量密度达到896Wh/L，是Li-O<sub>2</sub>电池设计上的一次重大进展。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/135831.html>