

## 涂布工艺及浆料性质对剥离强度的影响

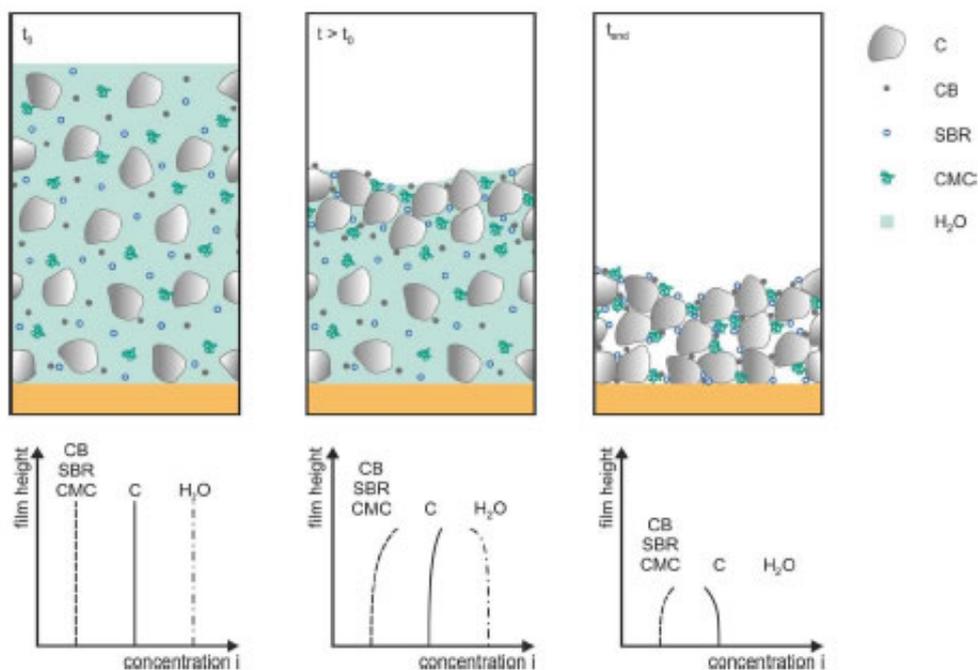
锂离子电池的电极剥离强度对性能有着显著的影响，因此探究剥离强度的影响因素十分必要，本文主要讨论涂布工艺及浆料的影响。

### 烘干过程中电极内部结构变化

烘干的初始阶段，各成分在电极中均匀分布。在干燥过程中，由于溶剂蒸发，电极膜收缩，在气液界面处存在溶度梯度，在固结颗粒层的表面形成弯月面。溶剂通过毛细管力在石墨颗粒间进行向表面迁移，并且伴随着颗粒层膨胀。SBR粘合剂和炭黑的颗粒尺寸至少比石墨小100倍，石墨颗粒间距足够让SBR及炭黑自由流动，溶剂流动会带着聚合物及小颗粒一起迁移，使他们在电极的上层富集，当溶剂完全蒸发后，电极膜收缩停止。

烘干过程主要分为以下三个阶段：

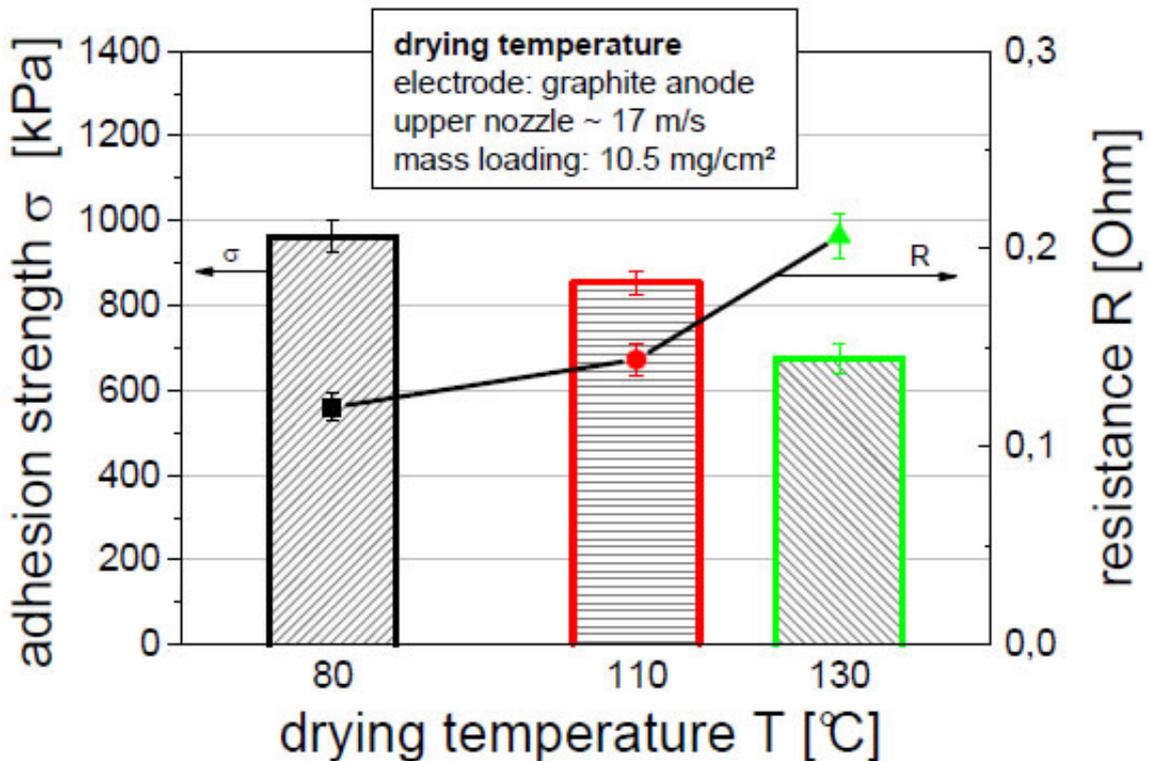
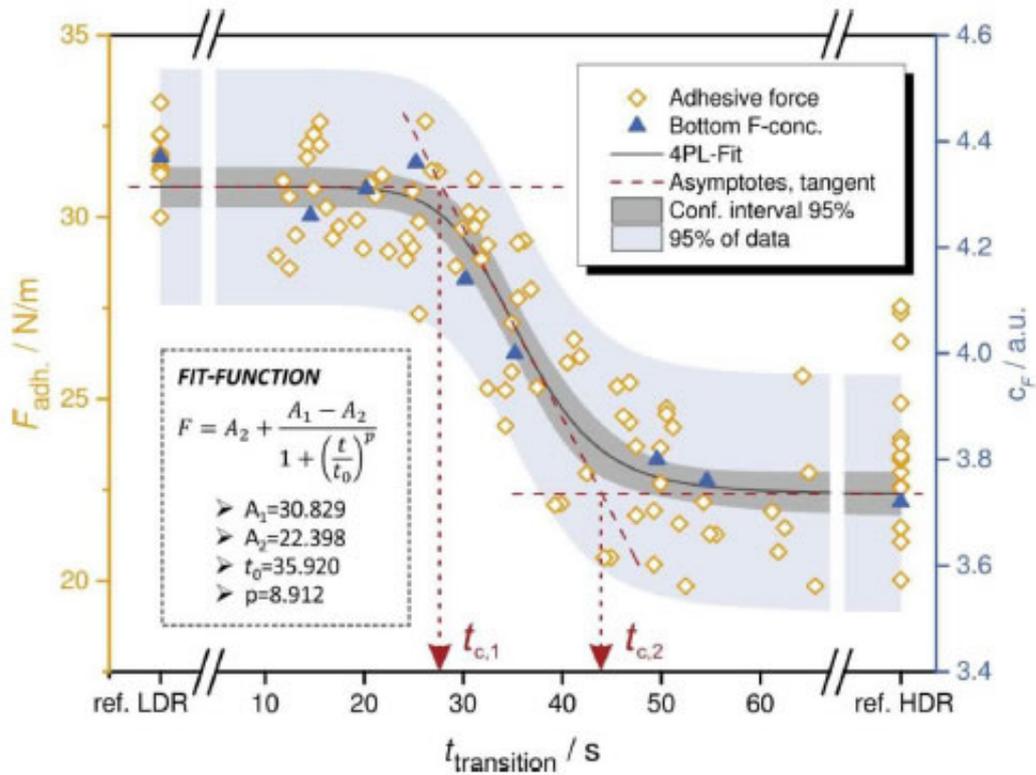
- (1) 空气-膜界面处溶剂含量不断下降，直至达到临界浓度。
- (2) 从这个临界点开始，空气-膜界面处溶剂浓度保持不变，
- (3) 当溶剂进一步蒸发时，空气-膜界面处溶剂溶度开始下降，直到膜形成。



### 烘烤速率对剥离强度的影响

由烘干过程分析知，在极片烘干过程中，SBR粘合剂及炭黑随着溶剂蒸发而向表面迁移，那么烘烤速率对电极内部成分分布影响如何？

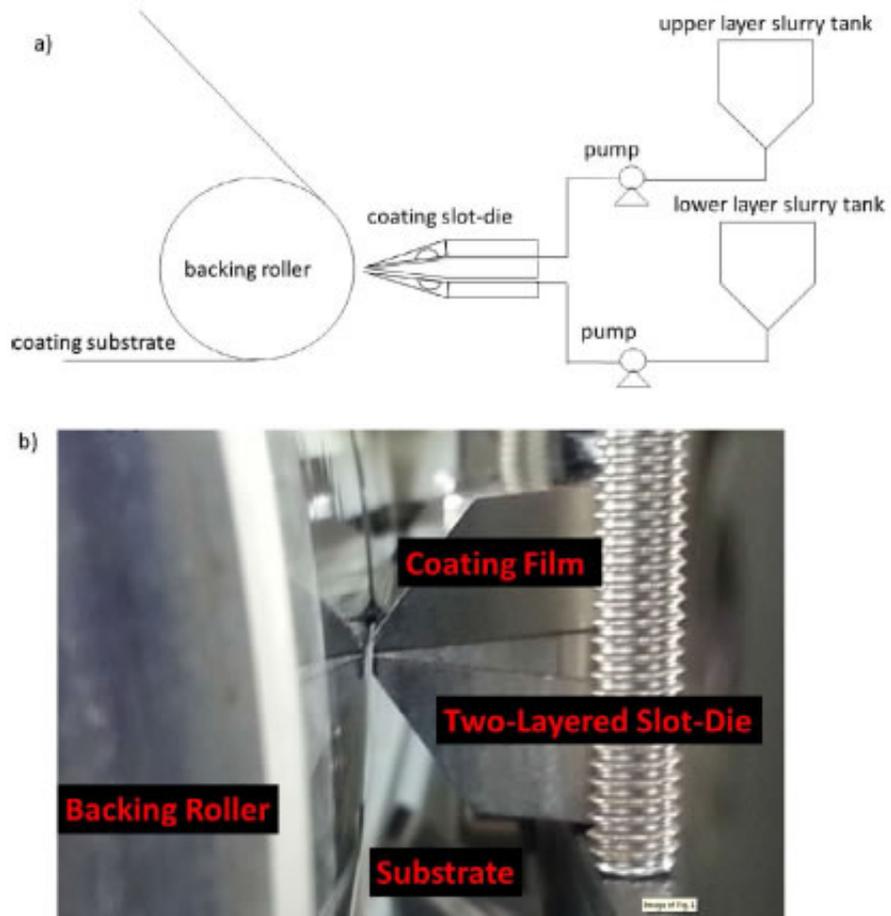
下图为不同烘烤速率情况下，从集流体到气液界面的粘结剂浓度分布情况，从图可知，在低烘烤速率（LDR）的情况下，不同位置的粘结剂分布相对均匀，而在高烘烤速率（HDR）情况下，从集流体到气液界面的粘结剂浓度不断变大，在集流体与敷料区处粘结剂分布很少，这将直接导致剥离强度下降，此外电极阻抗也会相应增大。

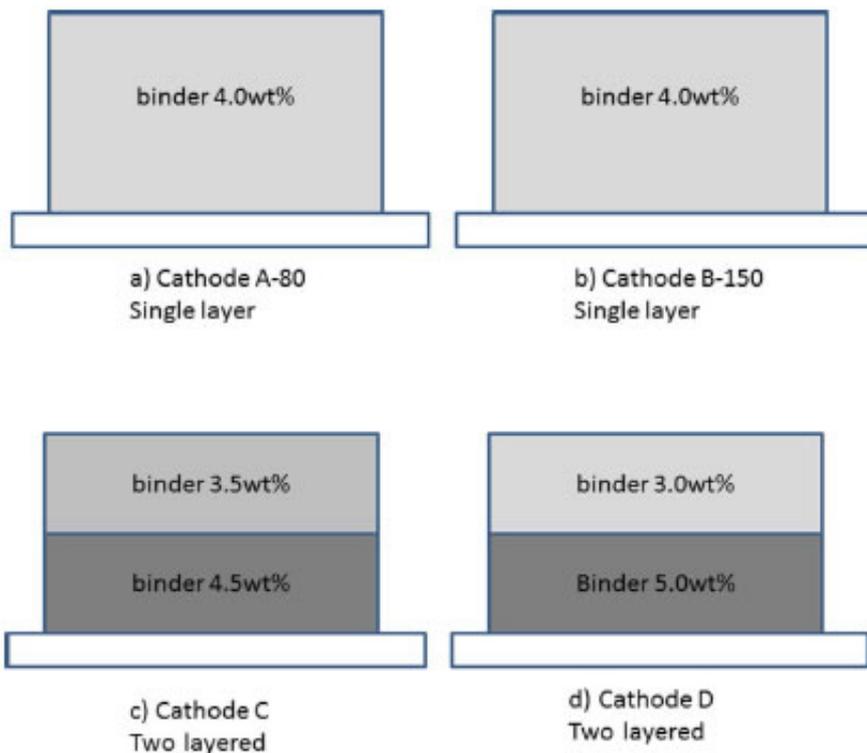


### 涂布工艺的改进

在设计高能量密度电池时，电极厚度一般很大。根据烘烤过程的电极特性，Darjen Liu等人提出了一个新型的双层涂布，分别设计两种不同粘接剂含量的浆料，上涂层的粘接剂含量低于下涂层，通过增加下涂层的粘接剂含量来弥补粘接剂在干燥过程中向表面迁移带来的影响。

下图为不同涂布方案，其中80、150 分别表示烘烤温度，3.0wt%，3.5wt%，4.0wt%，4.5wt%，5.0wt%分别表示不同粘结剂含量的浆料涂层。



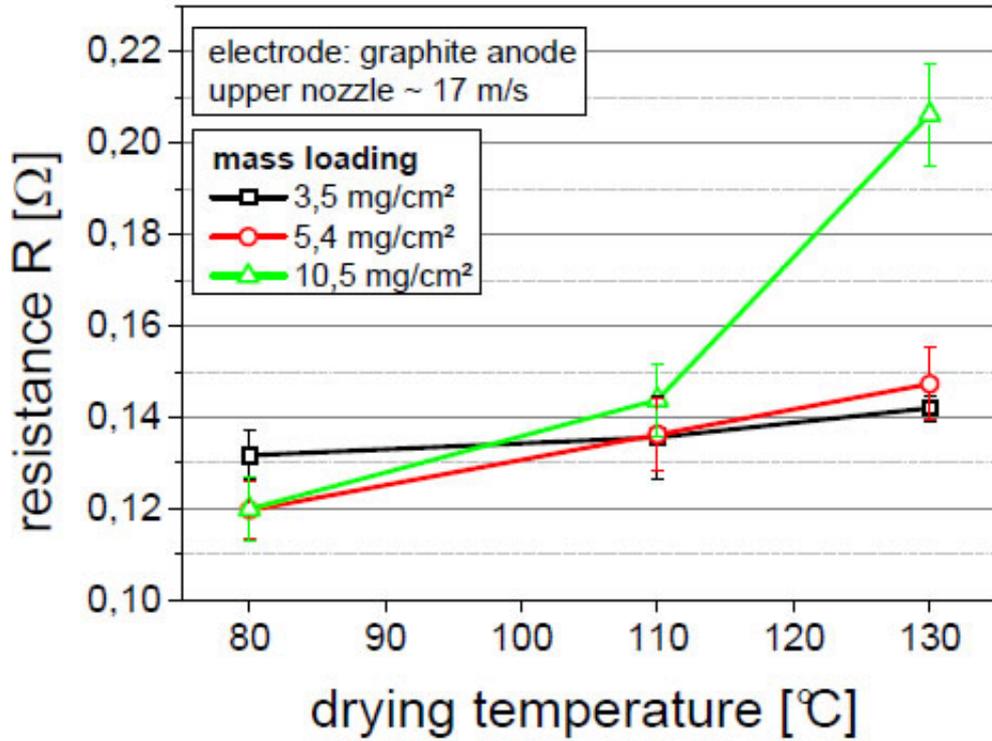


#### 涂布面密度对剥离强度的影响

如果电极结构内颗粒的固定速度快于溶剂向电极表面的补偿流动速度，则粘合剂的迁移现象将大大减少，湿涂层中溶剂量越小，温度越高，溶剂的蒸发速度越快。

从下图可以看出：

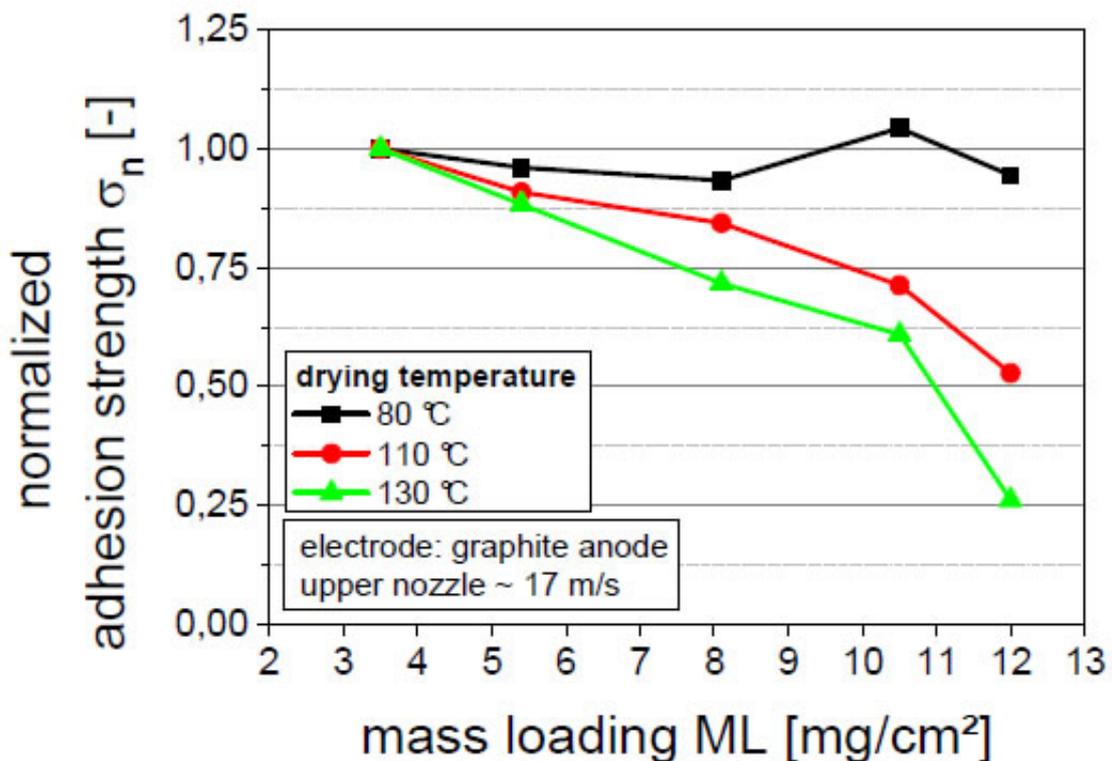
- 低面密度电极，电极阻抗基本上不受温度的影响，这主要是因为溶剂总量低并且电极结构固化快，粘结剂不会有明显的迁移。
- 高面密度电极则表现完全不一样的特性，恒速蒸发阶段很长，给粘结剂迁移提供了足够的时间，随着温度升高，粘结剂和炭黑迁移现象加剧，导致剥离强度变差，并且电极阻抗也会增大。



· 在80 °C下，不同面密度的剥离强度差别不大。

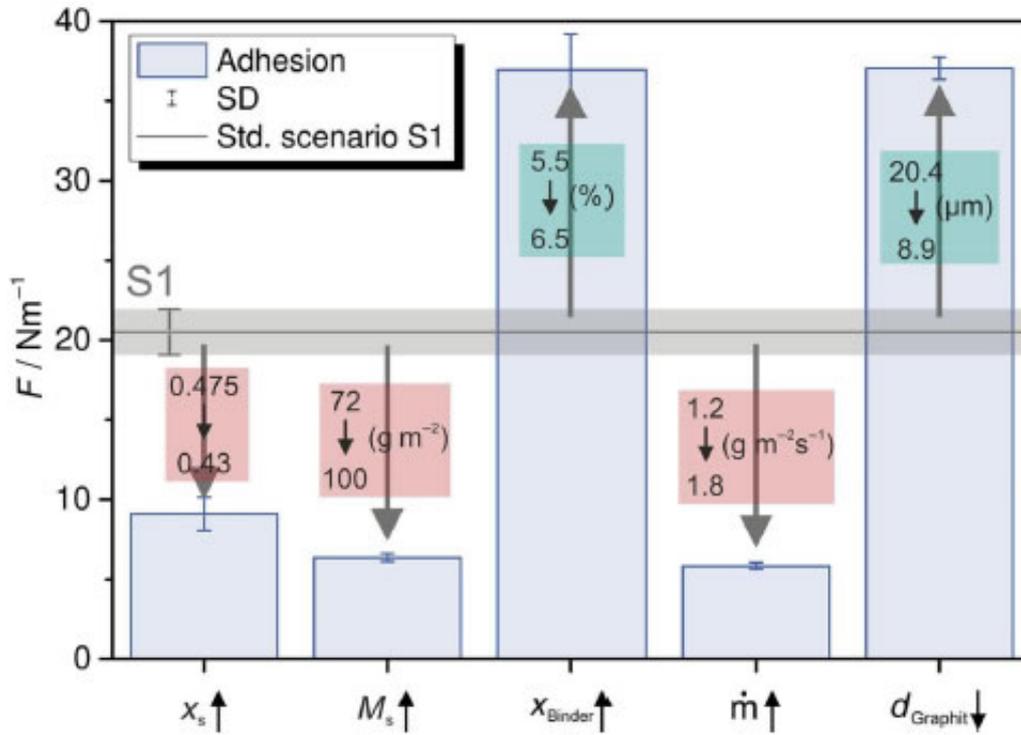
· 当达到110 °C时，迁移速度将会增大，面密度增大到5.4mg/cm<sup>2</sup>，那么干燥时间会增大，这会给粘结剂提供足够的迁移时间，当面密度进一步增大到12mg/cm<sup>2</sup>时，剥离强度会降低52%。

· 当温度增大到130 °C时，迁移现象会进一步加剧，导致剥离强度变差。



### 浆料对剥离强度的影响

固含量降低将会导致剥离强度降低，这主要是因为固含量降低后，需要更长的时间或更高的温度进行烘干，这都将导致粘结剂的迁移现象加剧，导致剥离强度变差。粘结剂比例增大也可提高剥离强度。（作者顺锂成章）



原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/156507.html>