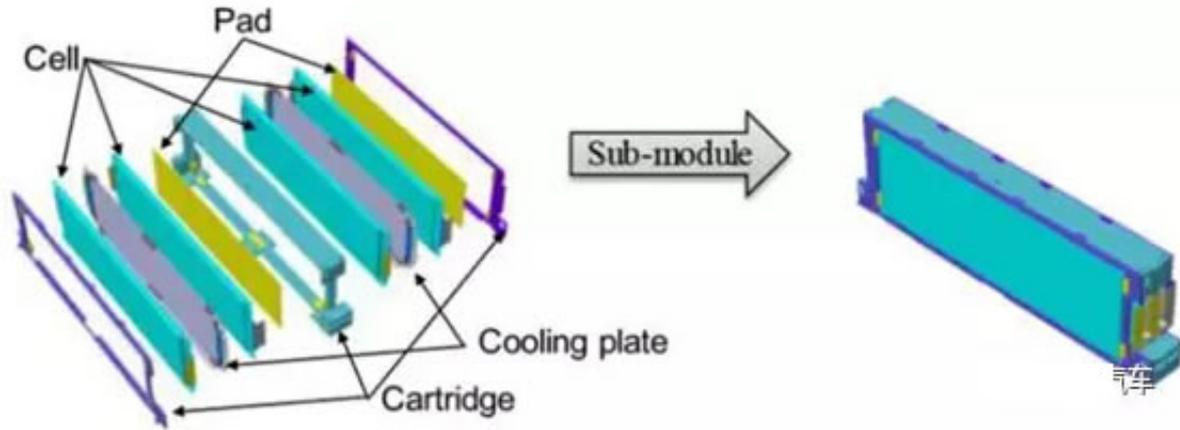


## 现代针对软包电芯膨胀的标准模组设计

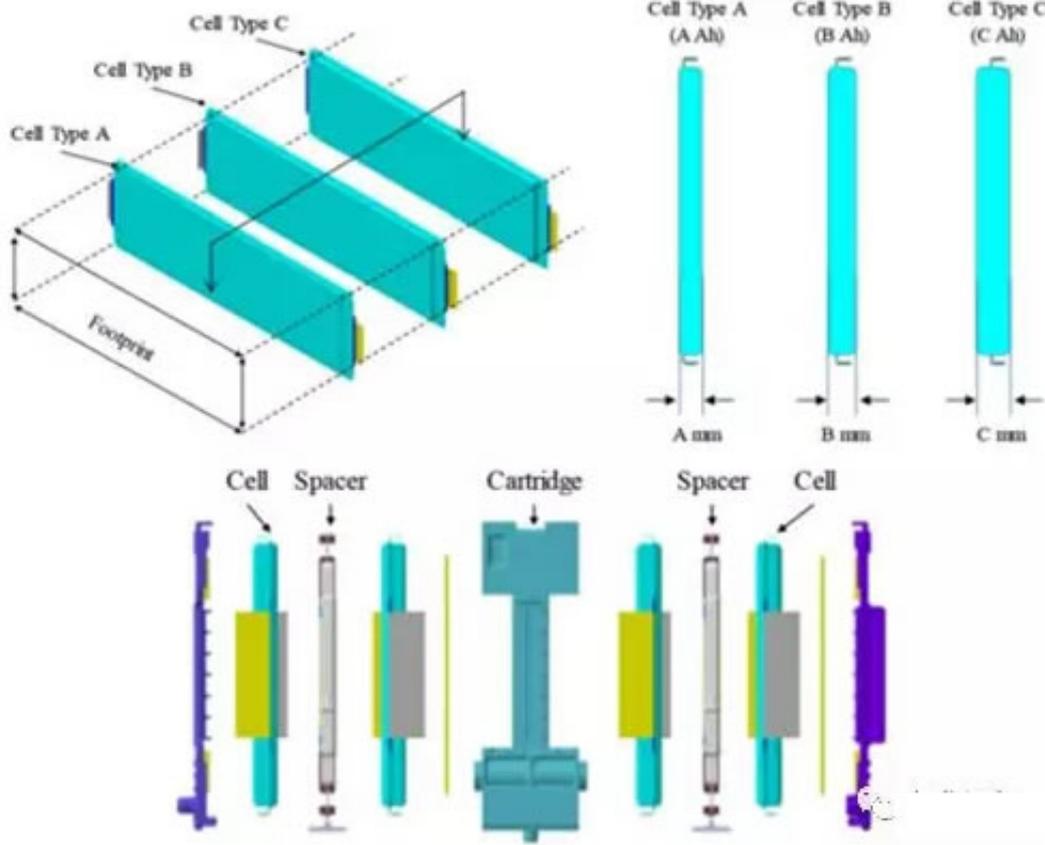
针对软包电芯的膨胀现象，现代在一份材料中公布了其研究结果，并设计了一款标准化的模组，以应用在下一代的PHEV中。

### 标准模组的设计

首先，4个电芯组成一个子模组即sub-module，如下图所示，子模组的主要零部件包括垫片、液冷板、电芯支架Cart ridge；不同的软包电芯长宽可以控制为同样的尺寸，通过厚度的增减来实现不同的容量，因此，兼容不同电芯时，引入隔垫spacer，通过隔垫厚度来实现子模组的外形尺寸不变。这里不变的是电芯支架，模组侧板，二者用于固定软包电芯。垫片通过被压缩来提供各电芯表面（大面）所需要的预紧力。

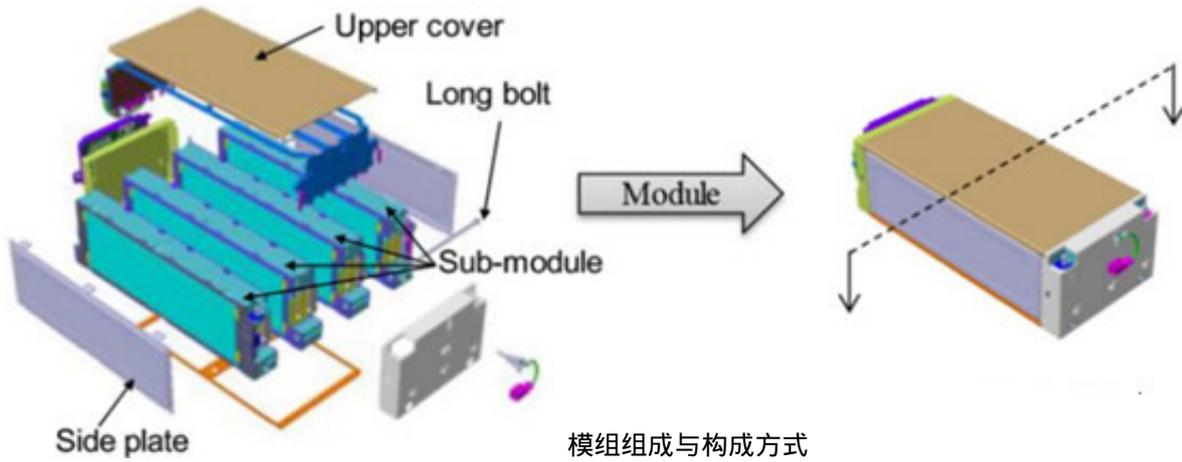


子模组组成

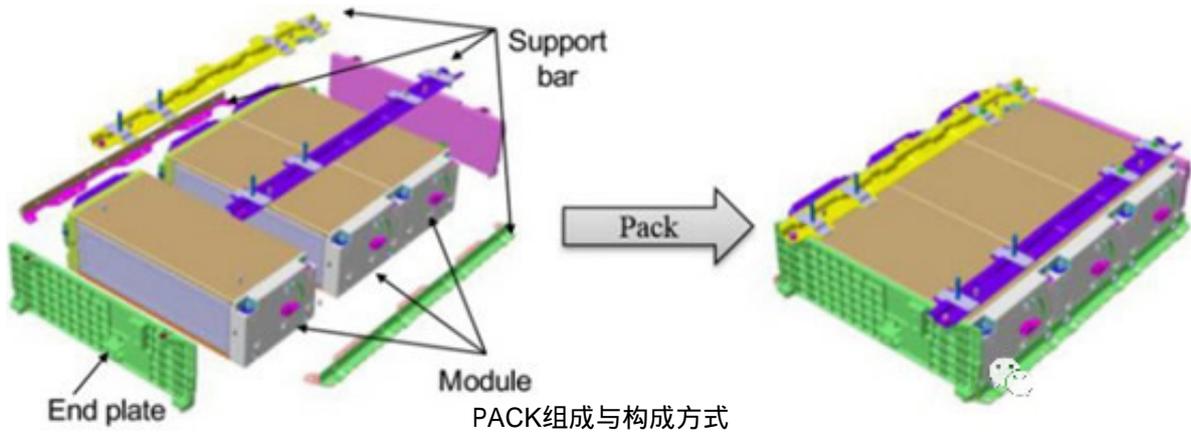


子模组的标准化思路

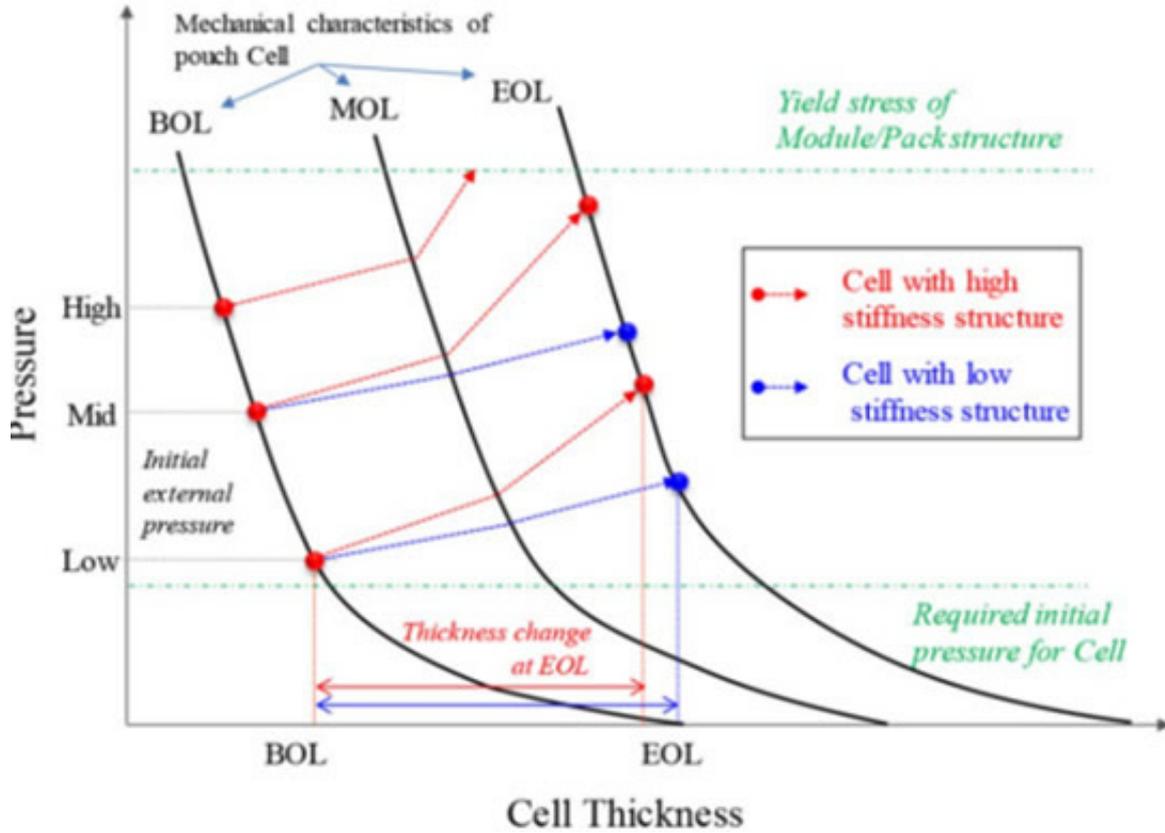
4个子模组再组成模组，在设计例子中共有16个电芯/模组；模组的其他组成主要包括：上下盖板，侧板。长螺栓，用于最后将子模组锁紧，并产生预紧力。每两个电芯之间一个液冷板。



整个PACK由3个模组组成，主要结构件包括2个端板，以及一些支撑杆构成。



关于电芯膨胀力与模组/PACK所受应力关系

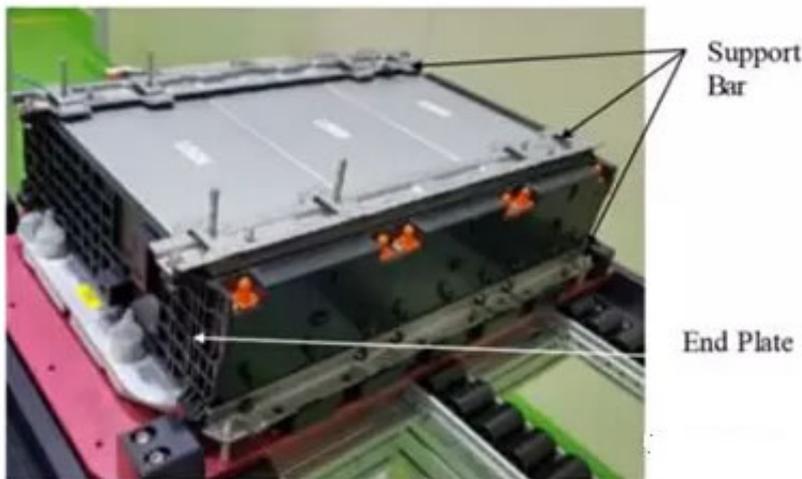


电芯的初始表面压力是由垫片的压缩特性和变形比决定的。初始变形量通过选择垫片的厚度和电池之间的初始间隙，来确定。软包电芯的变形量和模组/PACK的结构关系如下图所示。

在电芯由刚度很大的结构预紧固定时，电芯的老化不会带来明显的膨胀厚度，而电芯在自由状态时，电芯老化会使膨胀增加10-11%的厚度。

Component	Material	Elastic Modulus [MPa]	Yield Strength [MPa]	Density [kg/m <sup>3</sup> ]
End Plate	440 Steel	206,000	376.0	7,800
Support Bar	590 Steel	210,000	520.0	7,800
Module Side Plate, UPR/LWR Cover	AL 6061	68,900	271.7	2,700
Compression Pad	SWS 20P	0.054	N/A	3,200

模组/PACK的主要结构件材料



PACK测试验证示例

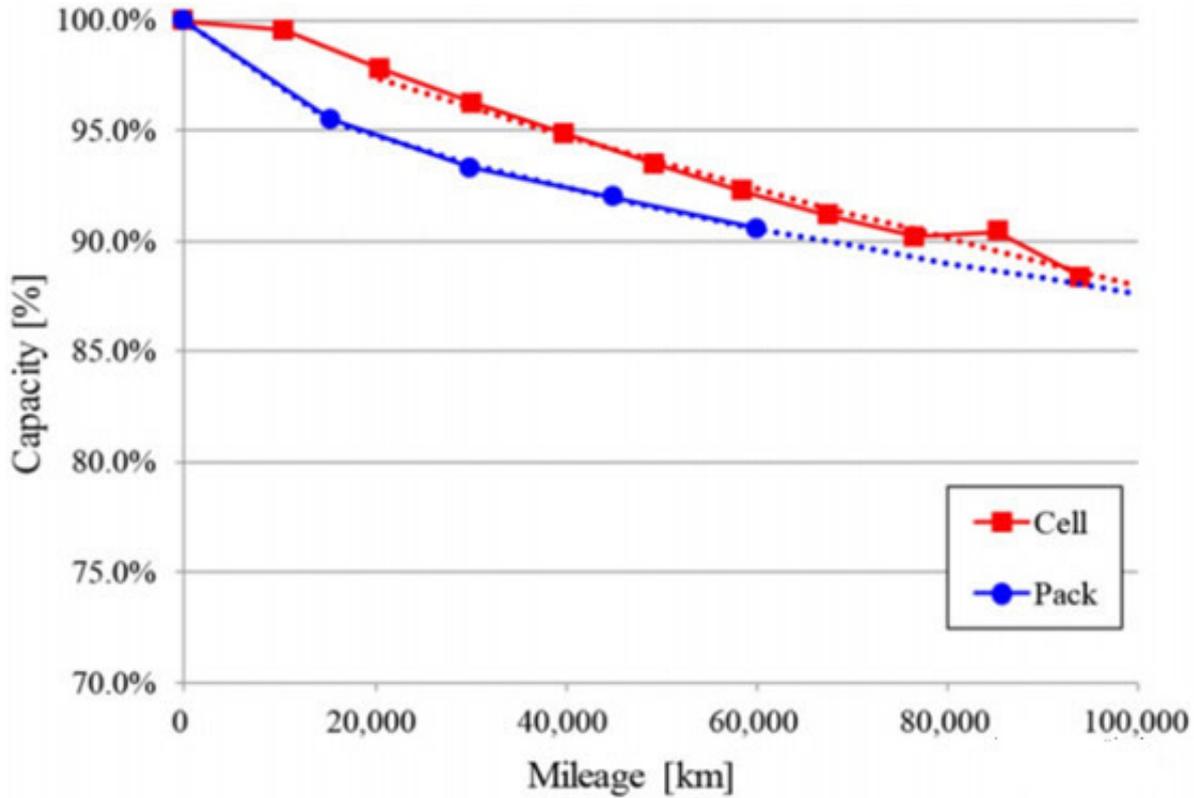
图中MOL(Middleof Life)是一条特殊的曲线，表示压缩垫片被完全压缩时的状态。一般来说，垫片的最大压缩比是80%。可以看出，在软包电芯的固定结构刚度很大时，随着电芯的膨胀，其厚度逐渐增加，由于电芯厚度的增加被压缩垫片压缩消化掉，所以整个PACK的尺寸变化很小；当压缩垫片达到最大压缩比时，电芯继续膨胀，则PACK结构所受到的压力快速增加。

对于电芯固定结构刚性较弱的情况，电芯膨胀的厚度会大于刚性强的情况，但PACK受到的应力相对小很多。

如果设计不当，电芯的预紧力过大，随着电芯的膨胀，PACK受到的应力会超过其屈服极限，从而导致PACK结构变形，带来安全隐患。

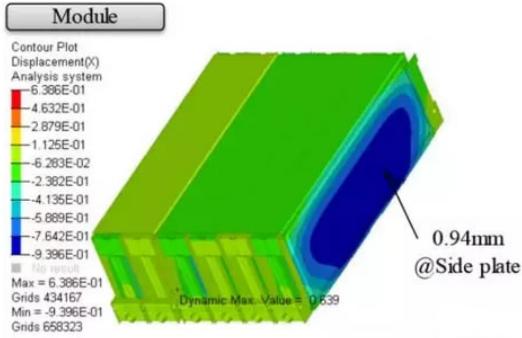
#### 仿真与测试验证

现代的设计案例使用的是软包35Ah电芯，电芯材料为NMC，尺寸为292 mm x 96 mm x 8.8 mm，额定电压为3.7V；压缩垫片的厚度为1.3mm；初始预紧力为20kPa；其他结构材料见下表。

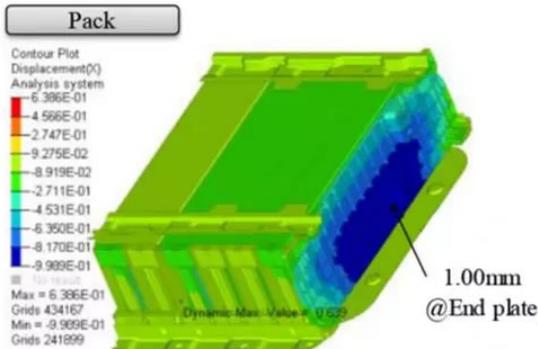


对PACK进行模拟测试时，充电使用CC-CV方式进行1C充电，放电按美国UDDS和HWFET的工况进行，整个SOC在15% - 95%区间。

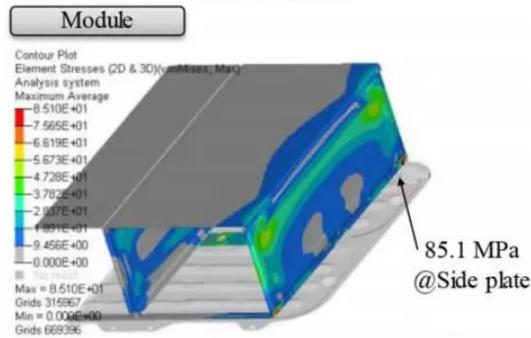
下图是电芯和PACK的容量衰减图，初期PACK容量低于电芯的容量主要在于电芯单独测试时夹具的力比PACK夹具传递的力大，垫片压缩后逐渐达到相的应力。



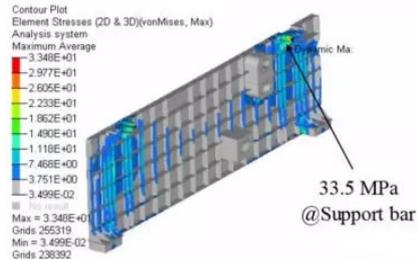
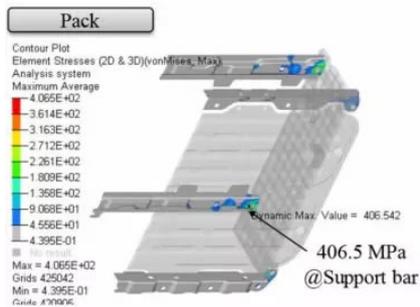
模组的变形量@EOL



PACK的变形量@EOL



模组的应力分布@EOL



PACK的应力分布@EOL

对模组/PACK进行变形和应力应变进行仿真，压缩垫片的初始变形量为0.1mm，预紧力为20kPa，在EOL时，模组侧板的最大位移为0.94mm，PACK的端板最大位移为1mm；模组的最大应力在侧板，为85.1MPa，PACK的最大应力在于侧边的支撑杆，为406.5MPa。最大的应力都处于屈服极限范围内，结合测试来看，既能够满足膨胀条件下的电芯性能和PACK结构安全性的要求，也能够满足寿命要求。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/139138.html>