

# 轻量化电池包壳体防火、耐烧蚀性能检测研究方法研究

## 一、研究背景及概述

随着新能源汽车产业的发展，消费者对新能源汽车的认可度越来越高，新能源汽车保有量越来越大，也催生出很多问题。在新能源汽车保有量快速增涨的同时，新能源汽车安全事故引发了人们的担忧，这其中动力电池热失控最为突出。动力电池是新能源汽车的核心部件，关注整包热失控安全性的同时，为防止电池包发生热失控过程中的火焰外溢，更应该关注组成部件或者组成材料在电池包热失控过程中的耐烧蚀性，尤其是电池包壳体，是电芯失控时的最后一道防线，合理且可靠的检测方法和标准都对新能源行业的发展至关重要。目前各企业电池包设计主要参考《QC/T 989-2014 电动汽车用动力蓄电池箱通用要求》、《GB 38031-2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求》制定整包和材料的防火标准。其中 QC/T 989 只笼统的要求了非金属材料的阻燃性能要满足 UL-94V0，但对检测制品的厚度等条件都没有明确的要求，而阻燃测试与材料厚度是强相关的，必须要制品的最薄厚度满足阻燃要求才是有效的；GB 38031 对电池包整体的热稳定性试验进行了规定，包括火烧和热扩散，但分解到材

料级别各家均不相同，没有统一有效的方案。

本课题首先对电池热失控过程进行了研究，收集了电芯热失控相关的信息，从而为方法的建立提供基础的参考，随后我们收集了市面上的许多电池包壳体材料，或通过合作客户制备，或通过采购、索要部分壳体材料；初步建立测试方法后，以烧蚀云母板作为基准，对测试方法进行调整，确认基本的有效性后再对剩余材料进行测试，得到不同壳体的耐烧蚀结果，分析影响壳体耐火烧的因素，同时火烧的方法和结果为后续标准测试方法的建立和壳体材料的选择提供参考。

## 二、研究内容

### （一）电芯失控测试

模拟测试，首先要对模拟的对象进行研究，所以需要对电芯失控过程进行分析，因三元锂电池的能量密度高，发生热失控的风险比磷酸铁锂高，所以对三元锂电芯进行热失控进行验证分析。选择能量密度和安全、成本较为均衡的 622 型三元锂电芯（电压 3.7V，容量 113Ah 的铝壳锂电池）进行热失控研究，实验通过对电芯加热的方式来触发电芯热失控，热失控的照片如下



图 1 电芯失控现象记录

可以看到，电芯热失控过程非常迅猛，在加热温度到达接近  $200^{\circ}\text{C}$  时，突然有气体释放，在稍等片刻后大量浓烟迅速冒出，从浓烟开始冒出到过程基本结束只有 35 秒左右，这也说明了对于电池的安全管控十分重要。

## （二）火烧方法的建立

与电池厂及部分主机厂交流得知，电池包在装配时，为了安全及装配方便，会在电芯与上盖之间留 80-100mm 的空间。现行的电池包中，通常以云母板作为防止电芯热失控伤害的有效防护，云母板的效果是电芯失控时 5min 内不能有明火冒出，以此为标准通过不同压力火焰测试云母板，每次 67 测试前用火焰烧蚀云母板（采购自深圳雄毅华材料有限公司）进行标定，保证火焰会在 8-10min 将云母板烧穿，以保证该方法的有效性。丙烷是一种易购得的可燃气体，选择丙烷（采购自林德气体有限公司，40L）来进行实验因丙烷在燃烧时的方程式如下，1 分子的丙烷完全燃烧需要消耗 5 分子的氧气，所以需要满足氧气压力  $> 5 * \text{丙烷压力}$ 。以下是不同氧气和丙烷的气体压力下烧穿云母片需要的时间

表 1 不同气体压力下云母板烧蚀情况

氧气压力/MPa	丙烷压力/MPa	火焰温度/°C	烧蚀时间
0.40	0.05	872-931	18.6min
0.50	0.05	833-879	17.2min
0.60	0.07	967-1024	12.2min
0.50	0.07	1161-1247	9.5min
0.50	0.10	1335-1392	7.2min
0.40	0.07	1178-1263	11.4min
0.40	0.10	1028-1087	13.8min

由表中数据可知，在丙烷压力固定为  $p$  时，随着氧气压力偏离  $5 * p$  较多时火焰的温度会偏低，温度和压力都会影响烧穿云母板的时间，根据云母板烧蚀的结果选择测试的气体压力为氧气 0.5MPa，丙烷压力为 0.07MPa。

### （三）壳体的制备与收集

PPS，上海普利特复合材料股份有限公司，型号 PPS8804GF8

尼龙 6：102-RG600，47%玻纤；102fr-RG600，47%玻纤，朗盛

PP，上海普利特复合材料股份有限公司，型号 PP-LG30

PA66，上海普利特复合材料股份有限公司，型号 PA6D122-G30

SMC，江苏澳明威环保新材料有限公司，型号 A103

STM，利用万华化学 699 组合聚醚和 9043 异氰酸酯，与重庆国际玻纤 EWR550 型号玻纤制备 2mm 复合材料，纤维含量 60%

PU，利用万华化学组合料 655H，82681 制备，玻纤采用重庆国际玻纤 EWR550 型号玻纤制备 2mm 复合材料，纤维含量 65%

PCM，恒神编织预浸料 480t，采用 4 层压制得到 2mm 复合材料

PU 夹心泡沫，利用万华化学组合料 655H，82681 制备板材，泡沫用 683 与 82681 制备，板材 1mm，泡沫厚度 1mm

#### （四）不同壳体材料的烧蚀结果

利用气体压力为氧气 0.5MPa，乙炔压力为 0.07MPa，火焰喷口与材料的测试距离为 100mm，火焰温度为  $1200\pm 50^{\circ}\text{C}$ 。

表 2 不同壳体测试结果汇总

序号	样品名称	样品尺寸/mm	样品厚度/mm	烧穿时间
----	------	---------	---------	------

1	PPS	297*208	1.3	7分19秒
2	PPS	297*208	2.0	8分15秒
3	PP	298*198	2.0	58秒
4	PP	298*198	3.5	2分18秒
5	102FR-RG600	297*208	2.0	18分29秒
6	102-RG600	220*220	2.0	1分33秒
8	SMC	400*175	2.0	3分32秒
9	PA66	300*300	2.0	14分20秒
10	PU (HPRTM)	220*220	2.0	5分18秒
11	EP (HPRTM)	220*220	2.0	5分07秒
12	EP (PCM)	220*220	2.0	4分39秒
13	PU (STM)	200*200	2.0	3分49秒
14	PU 复材夹心	280*160	3.0	30分钟未 烧穿
	泡沫			

本部分内容节选自该课题研究报告，非全部内容，仅供参考了解。