

002733 股票代码



软包电池工艺介绍

讲解人:李亚路

智慧能源 服务世界

 VISION 雄韬

目录 CONTENTS

1

锂电池结构分类

2

软包电池基本结构

3

软包电池生产工艺流程及关键工序

4

总结与讨论

目录 CONTENTS

1

锂电池结构分类

2

软包电池基本结构

3

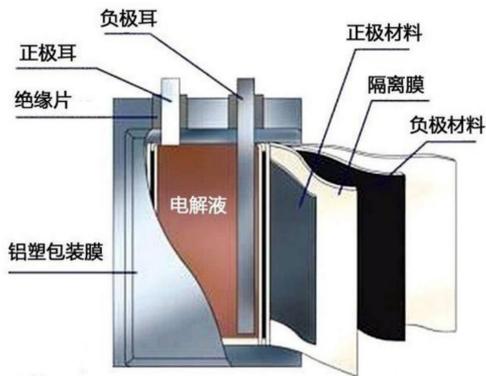
软包电池生产工艺流程及关键工序

4

总结与讨论

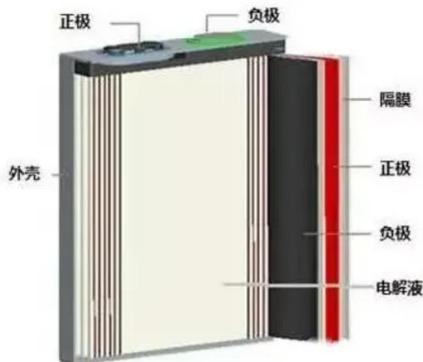
锂电池按照封装结构分类主要如下三种

铝塑膜软包

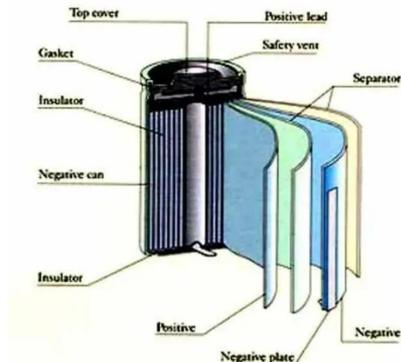


图示

方形铝壳



圆柱



代表企业

LG、AESC、ATL，孚能科技，万向123等

工艺类型

叠片、卷绕

应用场景

3C数码，动力，储能等

代表企业
CATL、三星SDI、比亚迪、中创新航、国轩等

工艺类型
叠片、卷绕

应用场景
动力，储能等

代表企业
松下、亿纬、比克、特斯拉等

工艺类型
卷绕

应用场景
动力，储能等

目录 CONTENTS

1

锂电池结构分类

2

软包电池基本结构

3

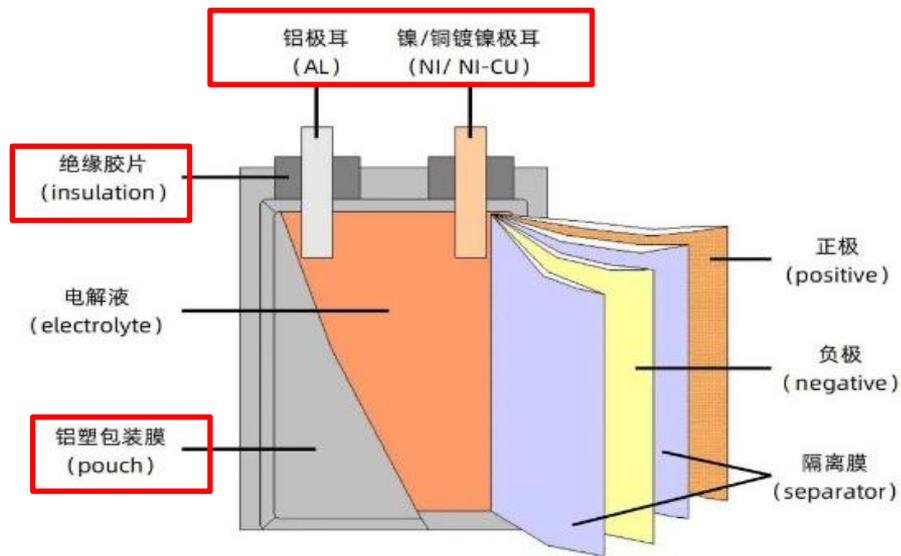
软包电池生产工艺流程及关键工序

5

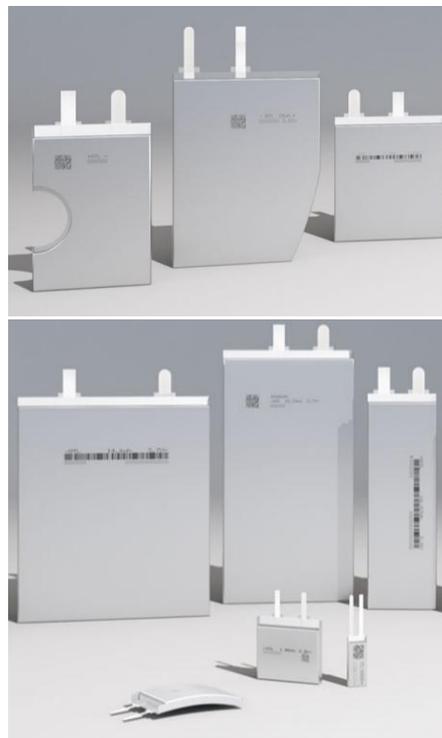
总结与讨论

所谓软包电池，是相比圆柱和方形这两种硬壳电池的一种叫法，其内部组成(正极、负极、隔膜、电解液)与方形、圆柱锂电池的区别不大，最大的不同之处在于软包电池采用铝塑复合膜作为外壳，方形和圆柱电池则采用金属材料作为外壳。

所以软包电池主要由以下几个部分组成：正极，负极，隔膜，电解液，正负极耳以及包装铝塑膜



软包锂电池内部结构示意图



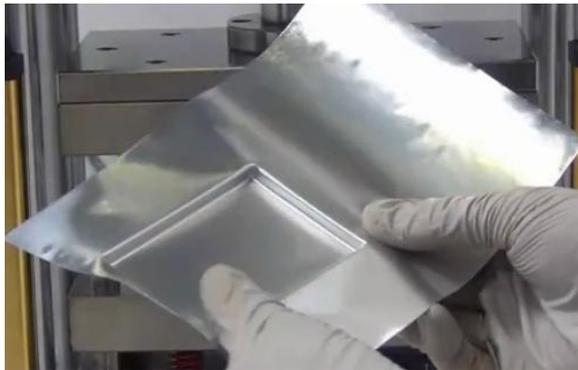
结构组件：铝塑膜

铝塑膜是一种用于封装锂电池的复合软包装外壳材料，具有保护锂电池电芯的重要作用，被称为“三明治”结构

铝塑膜



冲坑后铝塑膜



结构组件：铝塑膜

从外到里主要分为三层，分别是尼龙层、铝箔层和热封层，三者之间通过胶粘剂粘合在一起，最终形成铝塑膜

外界氧气水分	作用	原材料要求	厚度
外阻层（尼龙）	保护中间层铝箔层不受划伤；保证包装铝箔具备良好的形变能力；阻止空气尤其是氧气的渗透	抗冲击性能、耐穿刺性能、耐热及绝缘性能，耐摩擦性能	15 ~ 25 μ m
粘结层（粘合剂）	黏结外阻层和阻透层	耐电解液、耐热耐老化和粘结性能	2 ~ 3 μ m
阻透层（铝箔）	金属AL在室温下与空气中的氧气反应生成氧化膜，从而阻止水汽渗入	良好的抗针孔性，稳定的可加工成型性，优良的双面复合性	35 ~ 40 μ m
粘结层（粘合剂）	黏结热封层层和阻透层	耐电解液、耐热耐老化和粘结性能	2 ~ 3 μ m
热封层（CPP）	电池热封装时，PP层加热熔化黏合；阻止泄露的电解液腐蚀Al层	与金属Ni、Al及极耳胶块有良好的热封粘帖性、耐电解液性、绝缘性	40 ~ 80 μ m

铝塑膜三明治结构示意图

结构组件：铝塑膜

铝塑膜厚度分类以及特点

铝塑膜按照厚度分类分为70um以下，70-90um，91-120um和大于等于121um四类；动力行业常用的是153um的，3C领域常用的是87um和113um；

铝塑膜有以下5个性能特点：

①高阻隔性：

可以很好地隔绝空气，以保证电池各项性能稳定

②耐热绝缘：

铝塑膜的封装温度一般在180°C左右，远高于电池的使用温度，并且内外层的PP和尼龙都是很好的地绝缘层

③性能稳定：

铝塑膜的内层材料与电解液接触时，既不会与电解液起作用，同时又有足够强的耐酸腐蚀性能

④封装方便：

铝塑膜封装只需要高温热压即可

⑤柔韧性、延展性能：

可以根据需要，冲压成各种需要的深度和形状尺寸

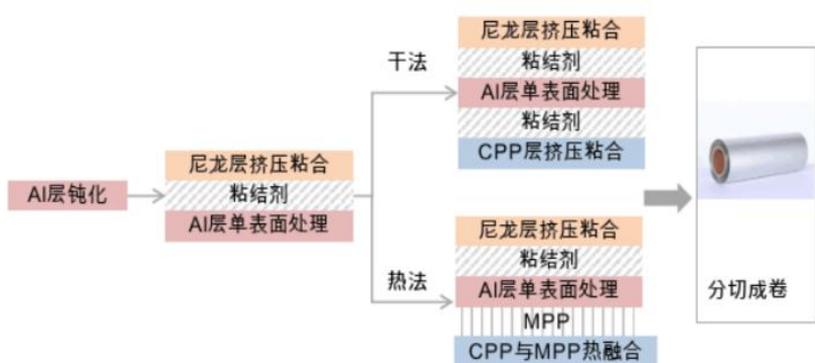
结构组件：铝塑膜

铝塑膜主流制造工艺可分为干法和热法。干法对 CPP 要求更高。

干法：由铝箔和 CPP 直接用粘合剂复合，CPP 无需经过高温二次结晶，故冲深性能（又叫冲压性，指金属经过冲压变形而不发生裂纹等缺陷的性能）和外观较好。但由于需要用粘合剂，电解液渗透性又强，容易腐蚀和溶胀 CPP 层并与粘合剂发生反应，故一般对 CPP 要求更高，需要有更好的阻隔性能。

热法：由铝箔和 CPP 之间用 MPP 粘结，在一定温度下热压合成，但由于长时间高温烘烤作用使 Al 脆化，导致冲深性能降低，但是耐电解液性强。

干、热法产品性能逐渐趋同，均能满足下游需求。近年来随着工艺的不断改善干法的耐电解液性增强，热法的冲深性能逐步提高。



铝塑膜制造工艺

	干法	热法
工艺	铝箔和流延聚丙烯膜之间用传统胶粘剂复合而成	铝箔和流延聚丙烯膜之间热熔胶树脂粘结束后，然后在缓慢升压的条件下热合成
优劣	冲深成型性能、外观优，裁切性能良好，耐电解液、隔水性能偏弱	耐电解液和隔水性能好，冲深成型性能、防短路性能较差，外观、裁切性能较差
应用	3C 数码电子电池、动力电池和储能电池	3C 数码电子电池
代表厂商	昭和电工	大日本印刷 DNP

两种制造工艺优缺点对比

结构组件：铝塑膜

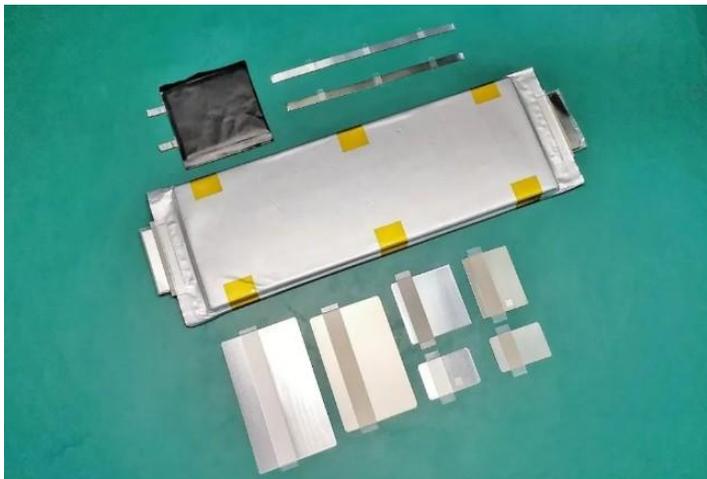
铝塑膜主流生产厂家工艺等对比如下：

国家	公司	动力型产品规格	制备工艺	结构	成形性能	PP与PP耐电解液N/15mm	Al与PP耐电解液N/15mm
日本	日本昭和 (ALF)	153	干法	(PET)+NY+粘结剂+AL+粘结剂+CPP	-	>50	>1.5
日本	大日本印刷 (DNP)	153	热法	(PET)+NY+粘结剂+AL+PP+CPP	-	>50	>5
日本	凸版 (T&T)	153	干法/热法	干法: (PET)+NY+粘结剂+AL+粘结剂+CPP 热法: (PET)+NY+粘结剂+AL+PP+CPP	7.5	>40	>4
韩国	栗村化学	153	干法/热法	干法: (PET)+NY+粘结剂+AL+粘结剂+CPP 热法: (PET)+NY+粘结剂+AL+PP+CPP	6	>30	>5
中国	上海紫江	152	热法	NY+粘结剂+AL+PP+CPP	5.5	>50	>5
中国	佛塑科技	113	热法	NY+粘结剂+AL+PP+CPP	6	>50	>10
中国	新纶科技 名冠新材 璞泰来	-	-	-	-	-	-

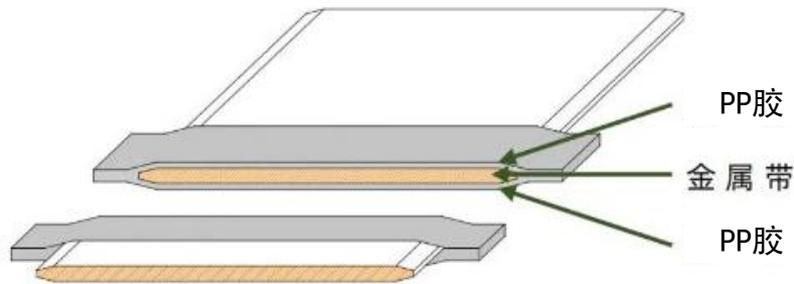
结构组件：极耳

极耳，是软包锂离子电池产品的一种组件。

电池分为正极和负极，极耳就是从电芯中将正负极引出来的金属导体，通俗的说电池正负两极的耳朵是在进行充放电时的接触点。电池的正极使用铝（Al）材料，负极使用镍（Ni）或者铜镀镍（Ni—Cu）材料，它们都是由胶片和金属带两部分复合而成。



正负极极耳



极耳结构截面示意图

结构组件：极耳

极耳的分类

1、按极耳金属带材质分：

(1)铝（Al）极耳，一般用作正极极耳，如果电池为钛酸锂负极时，也用作负极极耳。

(2)镍（Ni）极耳，用作负极极耳，主要用在数码类小电池上，例如：手机电池、移动电源电池、平板电脑电池、智能传递设备电池等。

(3)铜镀镍（Ni-Cu）极耳，用作负极极耳，主要应用于动力电池和高倍率电池。



铝极耳



镍极耳



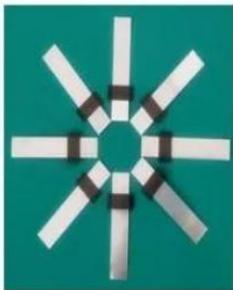
铜镀镍极耳

结构组件：极耳

极耳的分类

2、按照极耳胶来分（国内市场）：

- (1)黑胶极耳，一般用在中低端数码类小电池上。
- (2)黄胶极耳，一般用在中低端动力电池和高倍率电池上。
- (3)白胶极耳，一般用在高端数码电池、动力电池和高倍率电池上。



黑胶极耳



黄胶极耳



白胶极耳

结构组件：极耳

各品牌极耳胶性能

DNP黄胶

结构为中间功能层UHR（为无纺布结构），表面两层为改性PPa。

UHR层厚度为 $14\text{g}/\text{m}^2 \approx 12\mu\text{m}$ ，表面改性PPa厚度为 $44\mu\text{m}$ 。

UHR熔点为 $310\sim 340^\circ\text{C}$ ，PPa熔点为 147°C 。

黄胶极耳有分层的危险。但黄胶极耳的封装条件比白胶容易调节。主要不足表现为以下3点：

- 1) 极耳胶是由中间一层UHR和表面两层改性PP胶热压在一起的。
- 2) 中间层无纺布,水分会从无纺布中通过毛细管渗透作用引入到电池内部,使得电池发鼓气胀。
- 3) 无纺布容易分层,热压效果不好,电芯使用时间或搁置时间长了容易造成漏液。

DNP黑胶

结构为中间功能层PEN（聚萘二甲酸乙二醇酯）薄膜，表面两层为改性PPa。PEN层厚度为 $12\mu\text{m}$ ，表面改性PPa厚度为 $44\mu\text{m}$ 。PEN熔点为 265°C ，PPa熔点为 147°C 。黑胶其功能层PEN和PP层为不同物质复合,存在分层风险,高端客户一般不采用此胶。

白胶

白胶又分为单层白胶、三层白胶、五层白胶。

单层白胶一般由一层改性PP构成，类似于初期的铝塑膜内层，熔点在 140°C 以上，与铝塑膜的内层CPP熔点接近。

三层结构白胶表面两层改性PP和中间骨架层PP经共挤制得，不存在分层风险,高端客户及动力电芯一般都采用此类极耳胶。

结构组件：极耳

极耳的分类

3、极耳的成品包装分为：

- (1)盘式极耳（整条金属带通过设备加上胶片后整条的卷绕成盘），用在自动化生产产线
- (2)板式极耳（金属带加上胶片后裁切成单个的，然后成排摆放用两片薄透明塑料片夹在中间），用于普通生产产线。



盘式极耳



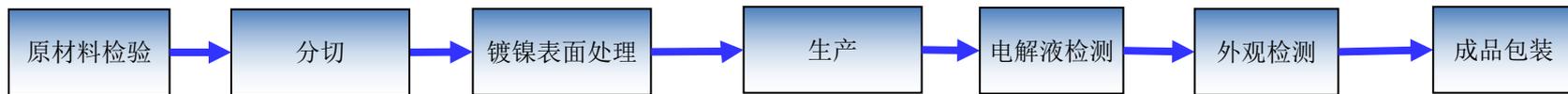
板式极耳

结构组件：极耳

电池极耳生产流程（白胶）

动力铜镀镍极耳：铜保证导电性；经过表面处理后镍起到防止铜氧化的作用，如果要保证铜镀镍极耳的焊锡性，还需要对极耳的表面钝化膜进行二次处理。市场上一些公司的极耳不进行二次处理也能勉强上锡，但极耳的耐电解液腐蚀性差些。

目前，在极耳工业生产中，镀镍主要采用电镀镍和化学镀镍工艺两种，电镀镍层厚度 $1.8\pm 0.3\mu\text{m}$ ，化学镀镍层厚度 $1.0\pm 0.3\mu\text{m}$ 。



电池极耳生产流程图

结构组件：极耳

极耳成型工艺

极耳胶条成型工艺分为**热压成型**和**高频成型**工艺。

1、热压成型工艺中的温度控制范围小，精度高，这使热压成型极耳胶属带之间的粘接力更稳定(而不是粘接力更高或粘接更可靠)。但受热传递方式的限制，温度是从胶条外表面向中间，再向内表面，再传递给金属带，最终必须使金属带表面的温度高于胶条内表面的熔点，在一定压力和时间下与金属表面粘接。这种粘接方式决定了极耳胶结构，必须是两层及两层以上结构，且金属面的熔点须不高于外表面的熔点，这样才能保证极耳胶的总厚度及外型尺寸的精度，正是为了保证精度，热压成型温度须要求严格控制才能达到精度与粘接力的平衡。

2、高频成型中的高频变化范围广，对应的温度控制精度较差，但高频能使金属带表面瞬间产生高于极耳胶内表面的熔点，瞬间产生比热压成型更牢固可靠的粘接力，它没有使胶条的外表面产生软化，更不会熔化这有利于与铝塑膜作进一步的封装。这种粘接方式适用于任何结构的极耳胶条(单层或多层均可)。

3、两种粘接方式各有优缺点，高频工艺的完善在于高频必须想办法转化成直观对应的温度；而热压成型工艺的完善在于新型胶条的开发和热成型设备热传递方式的彻底变化。两种工艺都有进一步完善的潜力。

结构组件：极耳

极耳顶封工艺分为：

- 1、硬封工艺
- 2、软封工艺
- 3、半硬半软封工艺

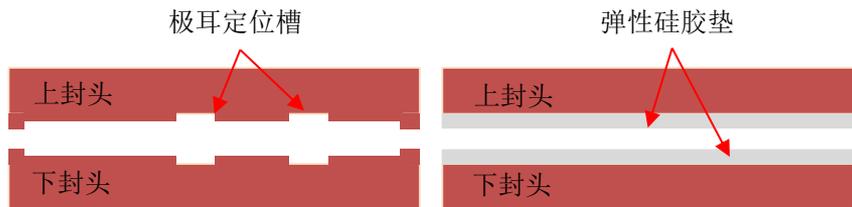
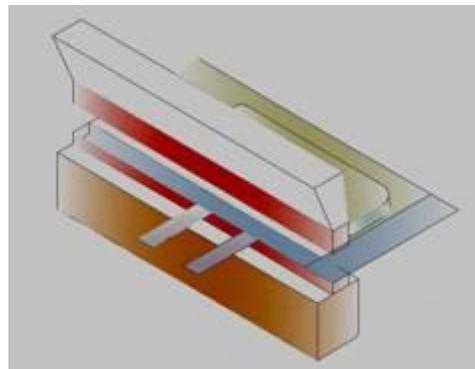
硬封工艺封口的密封可靠性，安全性远高于软封工艺。理由依次：

①软封工艺封头上采用弹性硅胶垫，该硅胶皮的厚薄均匀性偏差大于0.1mm，而硬封工艺封头上采用的是导热性很好的刚性铜或特种钢，厚薄均可性偏差小0.01mm，两者不在一个数量级。这种厚薄的均匀性会影响顶封面积局部区域密封性差异。

②软封工艺封头上采用的弹性硅胶垫的弹性，不同批次、同一批次或同一封头上的不同部位会有较大差异。这种弹性差异会影响密封面积上的密封性。

③软封所用弹性硅胶垫在长期高温、压力下弹性会逐渐减小，甚至老化，如何检查弹性及老化，何时更换新的硅胶垫，难度很大，这无疑带来密封的不可靠性。

④软封硅胶垫在封装过程中，肯定会残留铝塑膜和极耳胶上熔融的PP，这改变了硅胶。



硬封封头示意图

软封封头示意图

目录 CONTENTS

1

锂电池结构分类

2

软包电池基本结构

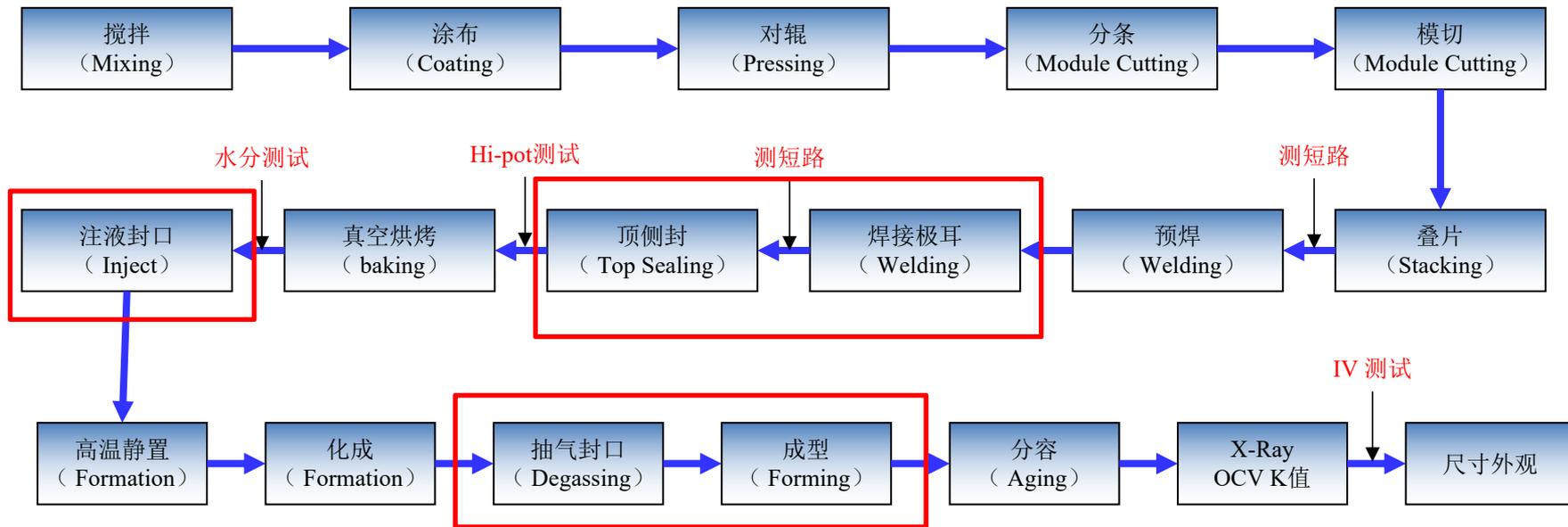
3

软包电池生产工艺流程及关键工序

5

总结与讨论

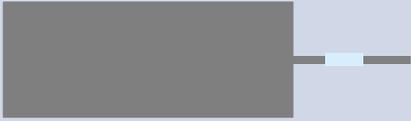
电芯生产工序流程图-叠片电芯为例



电芯生产工序流程-极耳焊接工序

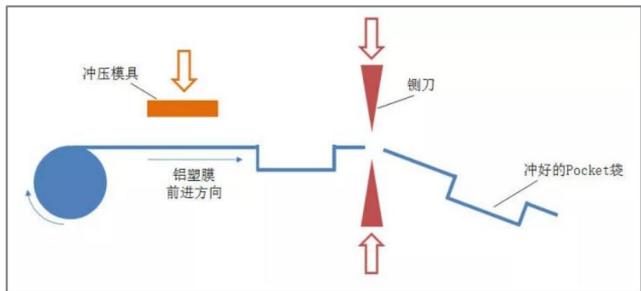
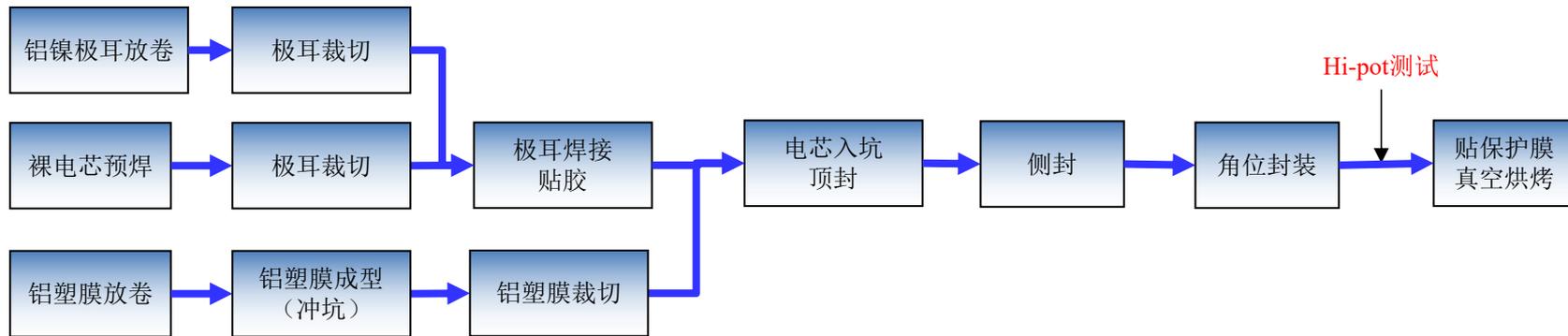
极耳焊接分为三种：

- 1) 常规的卷绕电池，极耳直接焊接在极片上，电芯直接卷绕即可
- 2) 多极耳卷绕或者叠片，通过先预焊后再焊接极耳，分为直焊和弯折焊

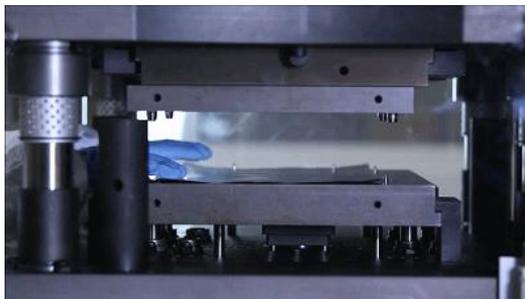
	卷绕单极耳焊接	多极耳直焊	多极耳弯折焊
图示			
优点	电芯生产工艺简单，工序少，自动化生产方便，成本低，能量密度高	电芯生产工艺相对简单，自动化生产较方便，电芯倍率性能好	电芯倍率性能好，能量密度高，倍率性能好
缺点	电芯倍率性能差	成本较高，能量密度最低	生产工艺复杂，自动化生产困难，成本最高

电芯生产工序流程-顶侧封工序

顶侧封，将焊接有极耳的裸电池包上铝塑膜，对电芯顶部和侧边进行热封装



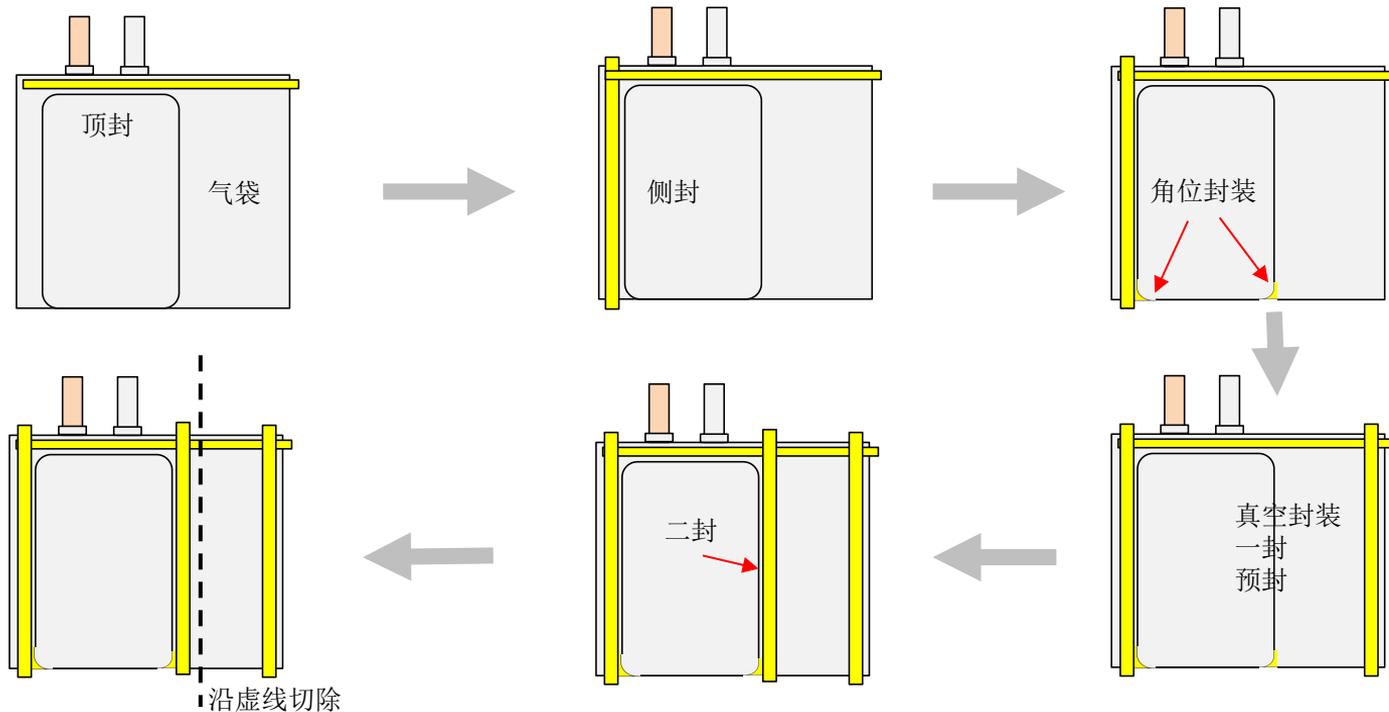
铝塑膜冲坑流程示意图



冲坑后的铝塑膜

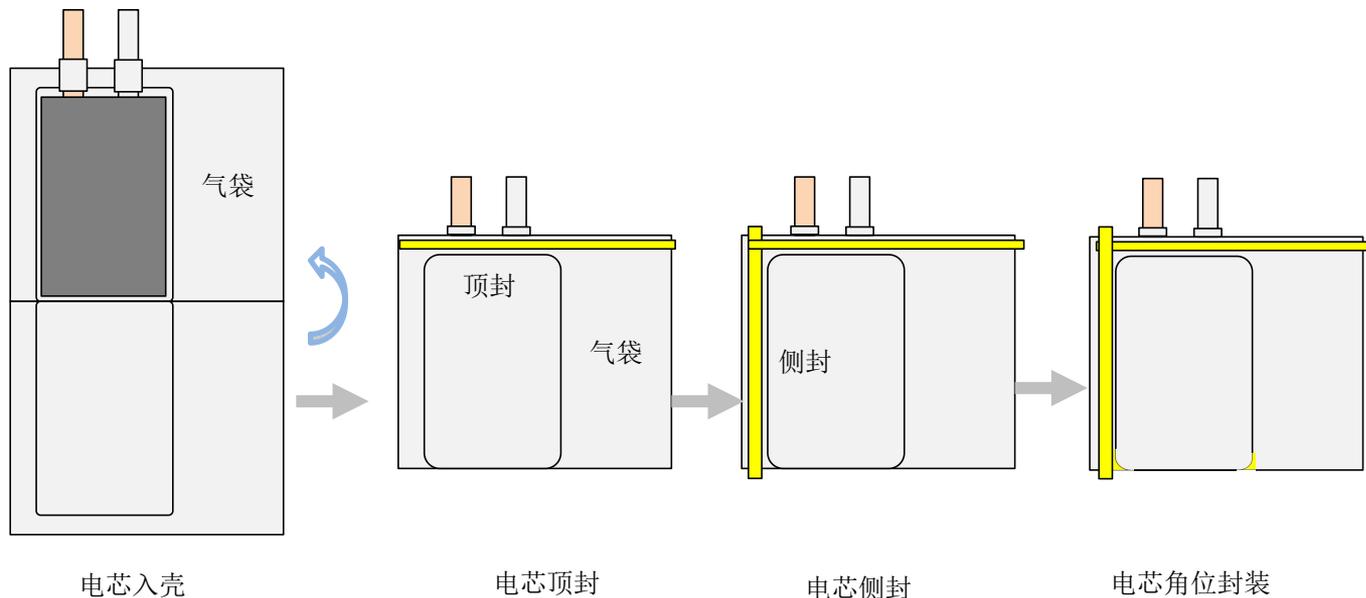
电芯生产工序流程-顶侧封工序

软包电池常见的封装分为五种：顶封、侧封、角位预封装、真空封装、DEG(二封)。黄色区域表示封装的位置，如下图所示，就是对应的各个封装的具体位置



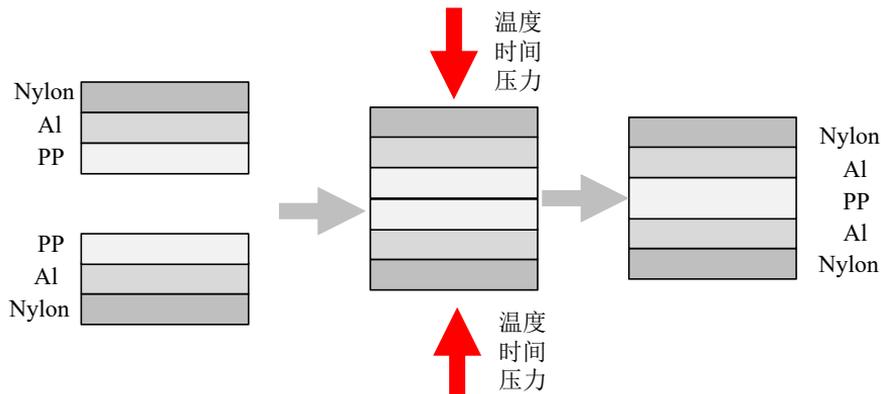
电芯生产工序流程-顶侧封工序

首先要把卷芯放到冲好的坑里，然后将包装膜对折封装，需要封装的几个位置，包括顶封区、侧封区、角位区

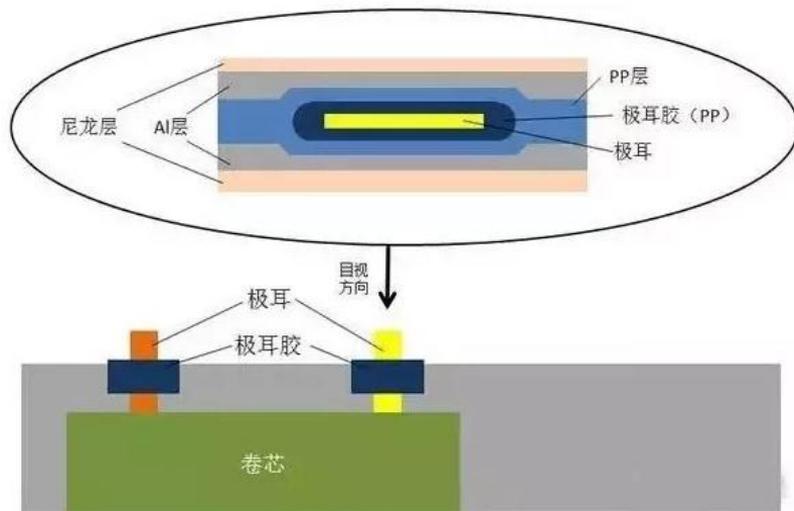


电芯生产工序流程-顶侧封工序

封装区域的示意图如下图所示：顶封主要是要封住极耳以及其他空白区域，在极耳位的封装见下图中圆圈部分所示。封装时，极耳胶中的PP与铝塑膜的PP层在高温下熔化黏结，形成了有效的封装结构。



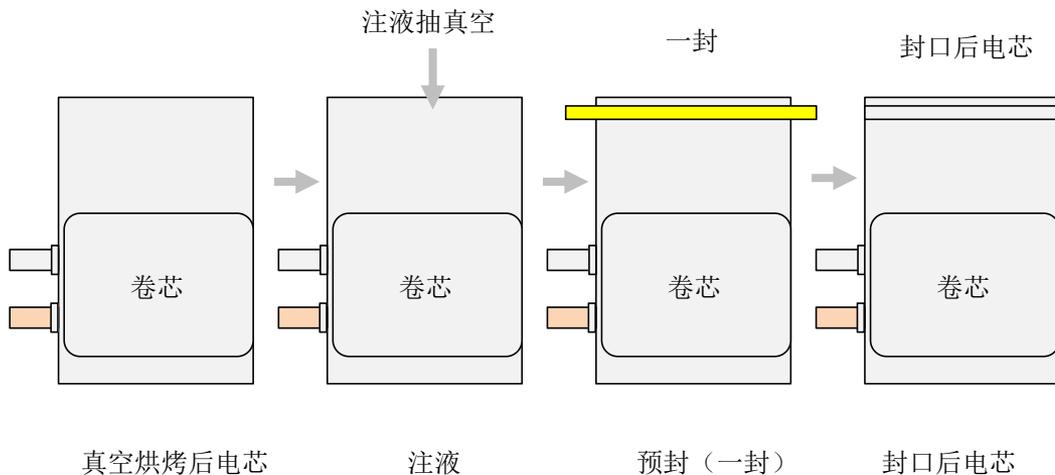
铝塑膜封装原理示意图



极耳区域封装示意图

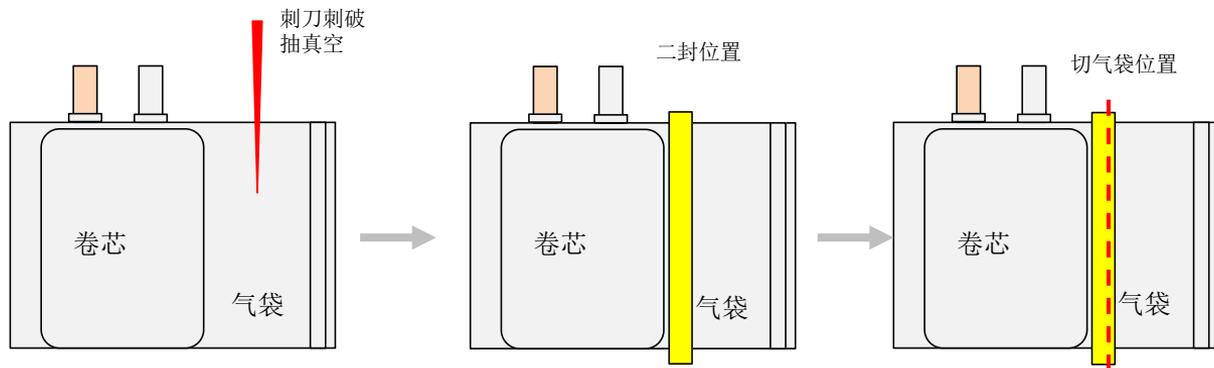
电芯生产工序流程-注液封口工序

注液封口工序：真空烘烤后的电芯经过扩口，注液，多次真空静置，一次封口等完成注液封口工序



电芯生产工序流程-封口工序

软包电池成型工序分为抽气封口（二封）和成型两个工序



电芯刺破气袋抽真空

电芯封口

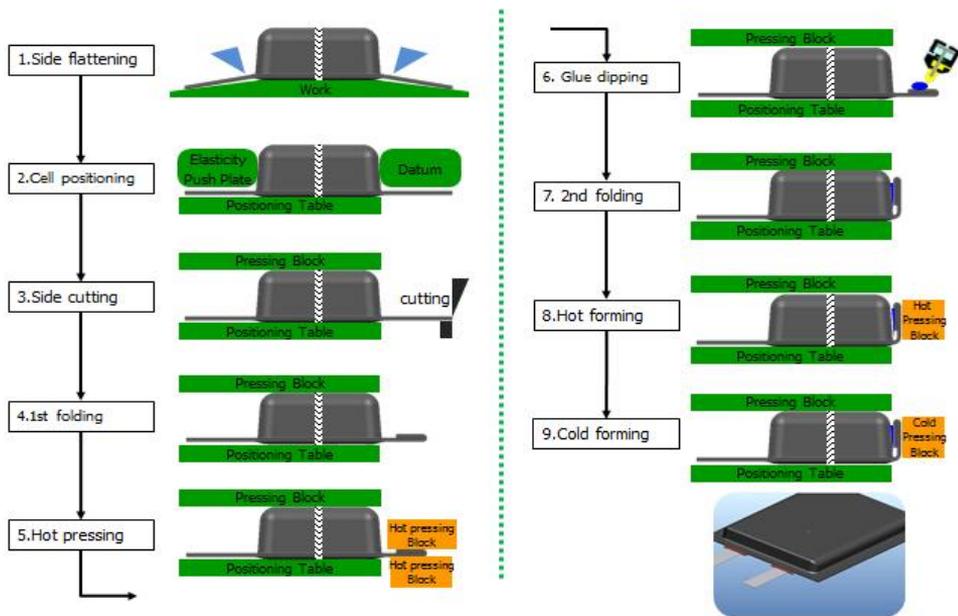
切去多余气袋



抽气封口（二封）后电芯

电芯生产工序流程-成型工序

成型工序主要是折边的过程，主要工艺分为不折边工艺，单折边工艺，单折边滴胶工艺，双折边工艺，双折边滴胶等如下介绍双折边滴胶工艺主要流程：



成型工序流程图



成型后电芯图

目录 CONTENTS

1

锂电池结构分类

2

软包电池基本结构

3

软包电池生产工艺流程及关键工序

4

总结与讨论

总结：软包电池的优势以及三种封装结构电池的性能对比

软包电池性能	具体优势
容量高，能量密度高	相同重量等条件下，软包电池容量高于方形和圆柱电池，能量密度也高于后两者
安全性能好	优于铝塑膜是柔性膜，电池发生热失效时电池不会出现爆炸等情况
内阻低，倍率性能好	动力行业一般使用叠片结构，电池内阻较小，充放电倍率甚至可以达到60C及以上
重量轻	较同等容量的方形和圆柱都会轻
散热性能好	优于铝塑膜冲坑深度限制，电芯一般呈现宽大薄形状，有利于电池使用过程散热
外形设计灵活	可以根据特定、异形、狭小的空间设计出适合的形状，配合客户定制需求

项目	软包电池	方形电池	圆柱电池
壳体	铝塑膜	钢壳和铝壳	钢壳和铝壳
能量密度	高	中	中
成组效率	中	高	中
安全性	好	中	中
生产效率	低	中	高
标准化程度	低	低	高
一致性	低	低	高
充放电倍率	高	中	低
优势	能量密度高，安全性能好，重量轻，外形设计灵活	对电芯保护作用强，成组效率低	生产工艺成熟，电池成本低，一致性好
劣势	成本高，安全性差，制造工艺要求高	整体重量重，一致性差，标准化程度低	整体重量重，成组效率低，能量密度相对较低

Thank You



Shenzhen Center Power Tech. Co.,Ltd.