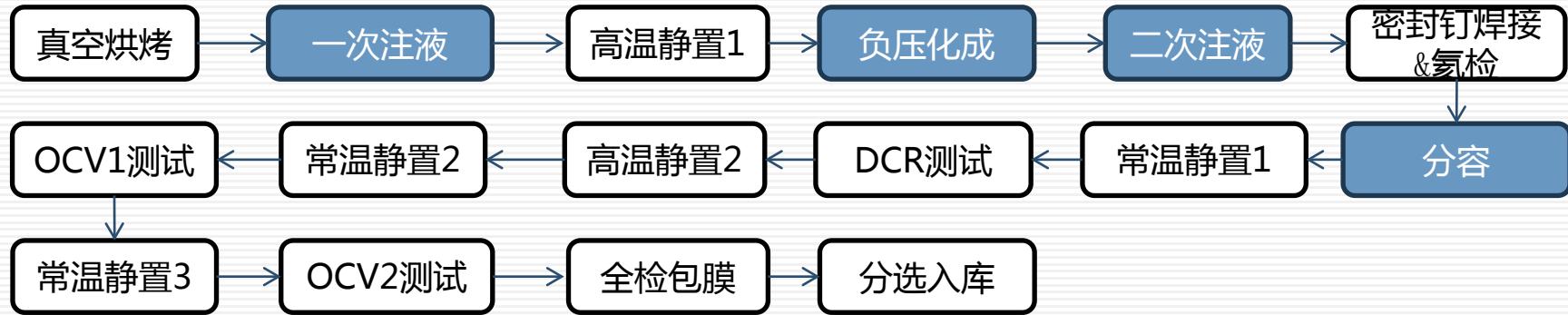


电芯制造后段工序的意义在于将其激活，经过检测、分选，形成使用安全、性能稳定的锂电池成品。包含16个步骤，4个重点工序：



重点工序基本控制要点：

注液：

- ① 作业前：检查环境温湿度，测烘烤后电芯水含量；
- ② 作业中：首检确认注液量合适；
- ③ 作业后：注液口无脏污、条码无损伤、化成钉无歪斜无漏插。

化成：设计合理的化成工步，对电池进行首次充电，在负极表面形成稳定的SEI膜，激活电池；

分容：设计合理的分容工步，对电芯进行容量测试，分析出电池容量的大小和内阻等数据，确定电池的质量等级。

高温真空烘烤

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氯检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

- 目的：水分对锂电池的性能影响是最大的，需要在注液前将电芯内部的水分以及残留NMP去除，以免影响锂电池质量。

工艺参数			
项目	规格	项目	规格
正极片水含量	≤250PPm	电芯出料表面温度	≤45℃
负极片水含量	≤200PPm		

设备参数			
项目	规格	项目	规格
烘烤温度	95±3℃	预热时间	90min
烘烤真空度	50~80Pa	真空烘烤时间	10~50min

控制要点：

- 水含量测试结果符合标准；
- 工艺参数、设备参数符合要求；
- 取样时车间温湿度符合工艺要求。

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氯检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

- 设备信息：
水分检测仪

- 工作原理：

仪器的电解池中的卡氏试剂达到平衡时注入含水的样品，水参与碘、二氧化硫的氧化还原反应，消耗了的碘在阳极电解产生直至水完全耗尽，根据阳极电解生成碘产生电量检测水分含量。

- 优点：

在检测微量水分时，电解速度能满足要求，往往十几秒到几十秒就能检测一个样品，检测效率极高。



一次注液

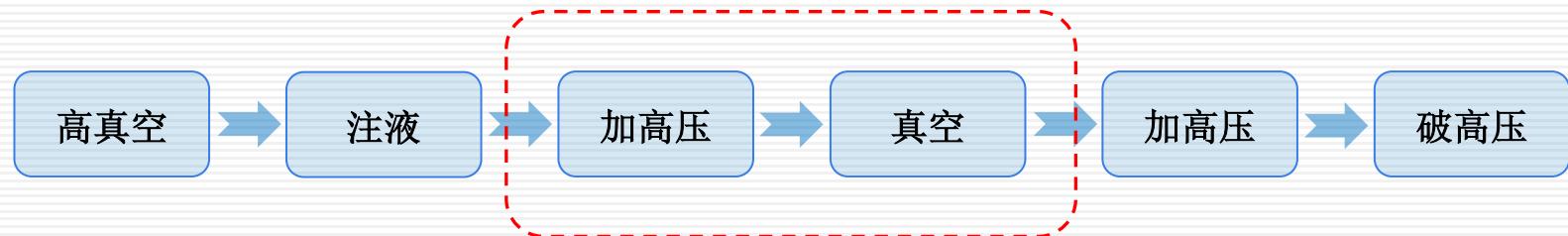
高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氯检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

➤ Hi-pot测试

目的：筛选电芯质量、检测瞬间高压下电芯绝缘能力是否合格，预防安全不良流出。

➤ 一次注液

目的：把电解液按设计量注入到电池内部去，让极片和隔膜吸收电解液，注液后，通过高温老化房，使得电解液浸润到极片里面，参与化学反应，实现化学能与电能的转化。



一次注液

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氯检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

工艺参数			
项目	规格	项目	规格
Hi-pot测试阻值	$\geq 10M\Omega$	电解液HF含量	$\leq 50\text{ppm}$
一次注液量	$360 \pm 5\text{g}$	电解液水含量	$\leq 20\text{ppm}$

设备参数			
项目	规格	项目	规格
Hi-pot测试电压	$100 \pm 5\text{V}$	腔体正压值	$200\text{~}800\text{ kPa}$
Hi-pot测试时间	$\leq 200\text{ms}$	腔体负压值	$-100\text{~}-20\text{ kPa}$

控制要点：

1. 电解液各项参数检测；
2. 电芯注液前短路测试；
3. 电芯注液量控制；
4. 电芯表面残余电解液必须清洗干净；
5. 注液口化成钉密封性良好；
6. 温度、露点、真空度及时间参数符合要求。

高温静置1

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氦检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

- 目的：对经一次注液后的电芯进行高温静置，高温环境利于电解液浸润正负极片、隔膜。

工艺参数			
项目	规格	项目	规格
静置温度	45±5℃	静置时间	24±2h
一次注液结束到 高温静置1入库 WIP时间	≤24h		

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氯检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

- 目的：水分对锂电池的性能影响是最大的，需要在注液前将电芯内部的水分以及残留NMP去除，以免影响锂电池质量。

工艺参数			
项目	规格	项目	规格
正极片水含量	$\leq 250\text{PPm}$	电芯出料表面温度	$\leq 45^\circ\text{C}$
负极片水含量	$\leq 200\text{PPm}$		

设备参数			
项目	规格	项目	规格
烘烤温度	$95 \pm 3^\circ\text{C}$	预热时间	90min
烘烤真空度	50~80Pa	真空烘烤时间	10~50min

控制要点：

1. 水含量测试结果符合标准；
2. 工艺参数、设备参数符合要求；
3. 取样时车间温湿度符合工艺要求。

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氯检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

➤ 化成

目的：对电池第一次充电，让电池内的活性物质激活，形成稳定的SEI膜，除去电芯内部的气体副产物，为后续的长期稳定性及安全性能提供保证。

➤ SEI膜形成机理

SEI膜的形成过程，即电化学反应过程。当电压达到一定值时，在负极表面会发生一系列物理化学变化（电解液的分解、石墨表层的膨胀等）。SEI膜主要由烷基酯锂、碳酸锂等组成，它具有多层结构，靠近电解液的一端较为致密，该膜在电极和电解液中间充当中间相，具有固体电解质的性质，且只允许锂离子自由通过，而对电子绝缘。良好的SEI膜具有成分均一、结构稳定且具备良好的机械性能等特性。

一次注液

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氦检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

工艺参数			
项目	规格	项目	规格
化成前电压	$\geq 0.09V$	接触电阻	$\leq 5m\Omega$
化成结束后电压	$\geq 3.25V$		

小电流充电

大电流快速充电



小电流充电利于
形成SEI膜

二次注液

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氦检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

- 目的：化成后对电解液的补充，通过注液孔对电芯进行补注一定量的电解液，确保每个电芯保液量一致。

工艺参数			
项目	规格	项目	规格
二次注液保液量	$375 \pm 5\text{g}$	电解液HF含量	$\leq 50\text{ppm}$
电解液水含量	$\leq 20\text{ppm}$		

设备参数			
项目	规格	项目	规格
腔体正压值	30~280 kPa	腔体正压保压时间	5~50s
腔体负压值	-95~-10 kPa	腔体负压保压时间	5~40s

控制要点：

1. 电解液各项参数检测；
2. 充氦后电芯厚度符合要求；
3. 电芯注液量控制；
4. 电芯表面残余电解液必须清洗干净；
5. 注液口化成钉密封性良好；
6. 温度、露点、真空度及时间参数符合要求。

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氦检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

➤ 密封钉焊接

目的：用激光将金属密封钉与注液孔处顶盖进行焊接密封，通过激光将密封铝钉和电芯焊接为一体，保证电芯的气密性和防爆强度。

➤ 氦检

目的：把电解液按设计量注入到电池内部去，让极片和隔膜吸收电解液，注液后，通过高温老化房，使得电解液浸润到极片里面，参与化学反应，实现化学能与电能的转化。

工艺参数			
项目	规格	项目	规格
腔体气密性检测	$\leq 45\text{Pa}/\text{min}$	检漏时间	5s
对标漏仪	$1.82 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$	氦气侧漏	$\leq 5 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$
标漏检验	$1.547-2.093 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$		

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氦检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

- 目的：通过对电池进行充电放电，通过检测分容满充时候的放电容量，来确定锂电池组的容量。锂电池分容时通过电脑管理得到每一个检测点的数据，从而分析出这些电池容量的大小和内阻等数据，确定电池的质量等级。

工艺参数			
项目	规格	项目	规格
接触电阻	$\leq 5\text{m}\Omega$	容量	$\geq 100\text{Ah}$



高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氦检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

➤ 常温1至OCV2测试

主要对电芯进行电压、内阻、自放电测试，挑选出不合格电芯。

➤ 常温静置1

目的：让电池内部反应产生的气体充分散出，也有助于电解质扩散，提高容量和稳定性。

➤ DCIR测试

目的：测试直流放电动态电阻。

工艺参数		
制程名称	项目	规格
常温静置1	温度	25±5°C
	时间	12±2h
DCIR测试	放电电流	200A
	放电时间	5s

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氯检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

➤ 高温静置2、常温静置2、常温静置3

目的：一是让电解液浸润得更好，有利于性能稳定；二是活性物质静置老化后，可促进副作用加快进行，让电化学性能快速达到稳定；三是老化后电芯电压、内阻更稳定。

工艺参数		
制程名称	项目	规格
高温静置2	温度	45±5℃
	时间	48±2h
常温静置2	温度	25±5℃
	时间	24±2h
常温静置3	温度	25±5℃
	时间	96±2h

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氦检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

➤ OCV1、OCV2测试

目的：测试电池开路电压，计算K值。电池自放电特性会导致开路电压逐渐下降，因此K值反应了自放电大小。

工艺参数		
制程名称	项目	规格
OCV1测试	OCV1	≥3.20V
OCV2测试	OCV2	≥3.19V

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氦检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

➤ 包膜

目的：为了防止电池在后续的运输及组装过程中出现表面划伤和漏电，一般会在电池的表面包上一层具有单侧粘性的绝缘膜，使电芯外壳绝缘，也可以起到防水、防尘的作用。

工艺参数			
项目	规格	项目	规格
厚度	27.2±0.3mm	总高	112.3±0.5mm
宽度	301.0±0.5mm	绝缘测试漏电流	0.5mA~15mA

高温真空烘烤
一次注液
高温静置1
高温负压化成
二次注液
密封钉焊接
二次氦检
分容
常温静置1
DCIR测试
高温静置2
常温静置2
OCV1测试
常温静置3
OCV2测试
包膜
分选入库

➤ 分选入库

目的：锂电池电芯都需要根据检测结果对化成、分容后的电池按一定标准进行分类选择，分选出相近的电压、内阻的电芯组装锂电池包。

控制要点：

1. 作业前：选择分档工艺；
2. 作业后：蓝膜无破损、档位分选正确。