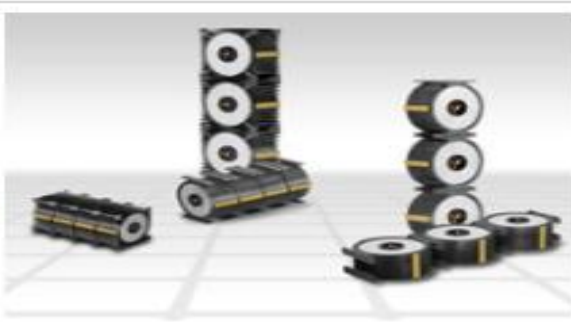


锂离子电池基础知识培训

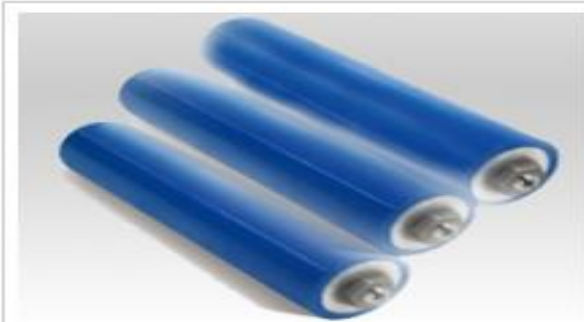
ELECTRIC BUS



环形电池 /Ring battery



圆柱电池 /Cylindrical battery



电动汽车 /Electric vehicles



钛酸锂材料 /Lithium titanate



目录页

CONTENTS PAGE

1

锂电池结构原理简介

2

锂电池原材料简介

3

工艺流程及控制要点

4

产品不良及影响

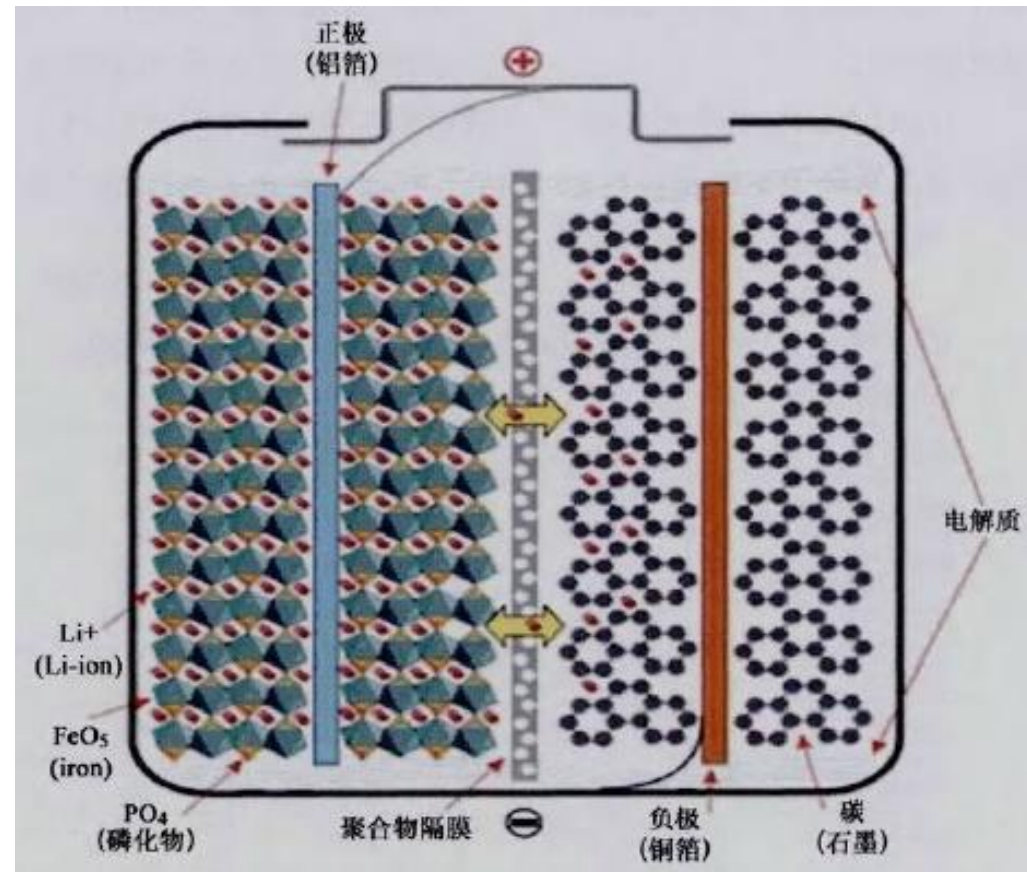
前段：搅拌、涂布、分切

中段：卷绕、装配、注液

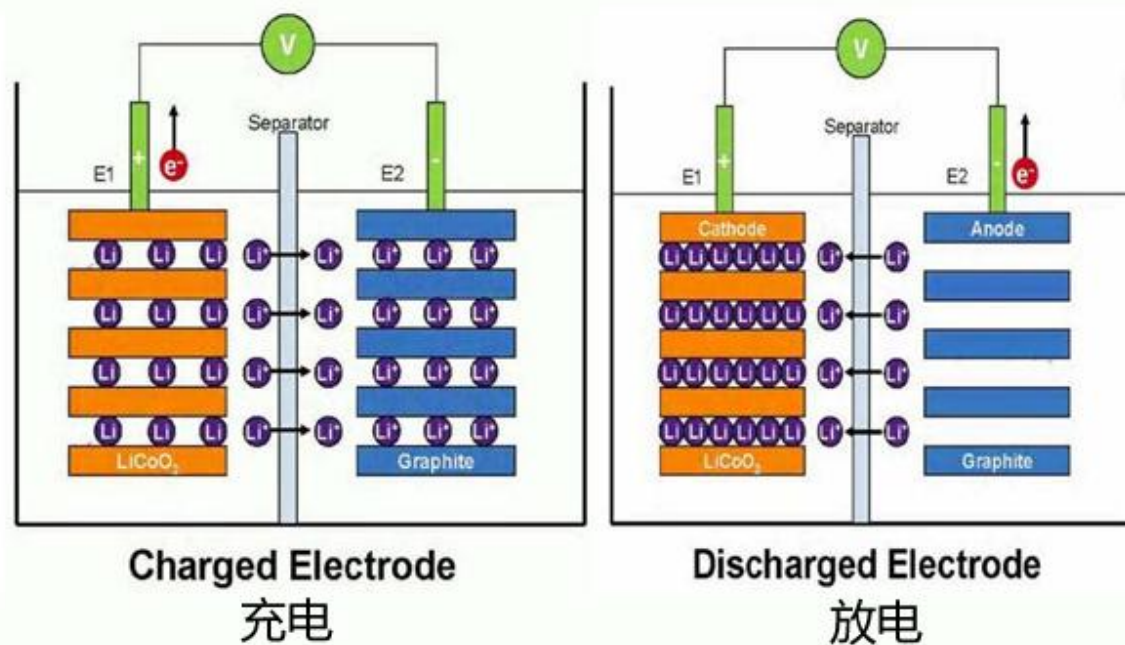
后段：化成、分容、模组



一、锂离子电池结构原理简介



锂离子电池工作原理



如下所示为**磷酸铁锂电池**的电化学反应方程式：

正极反应： $\text{LiFePO}_4 \rightleftharpoons \text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4 + x\text{Li}^+ + xe^-$ ；

负极反应： $x\text{Li}^+ + xe^- + 6\text{C} \rightleftharpoons \text{Li}_x\text{C}_6$ ；

总反应式： $\text{LiFePO}_4 + 6x\text{C} \rightleftharpoons \text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4 + \text{Li}_x\text{C}_6$ 。

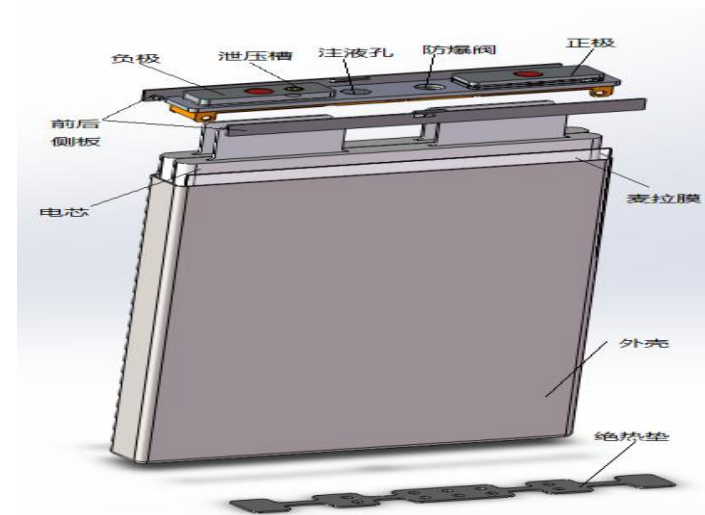


LFP4017397A-60Ah铁锂方壳电池结构介绍



方壳电池型号：LFP4017397A-60Ah方壳电池；
40-方壳电池的厚度为40mm；
173-方壳电池的宽度为173mm；
97-方壳电池外壳的高度为97mm。
目前LFP4017397A方壳电池的容量：60Ah。

LFP4017397A方壳电池主要由上
盖板组件、前后侧板、电芯、
绝热垫、麦拉膜和外壳组成。

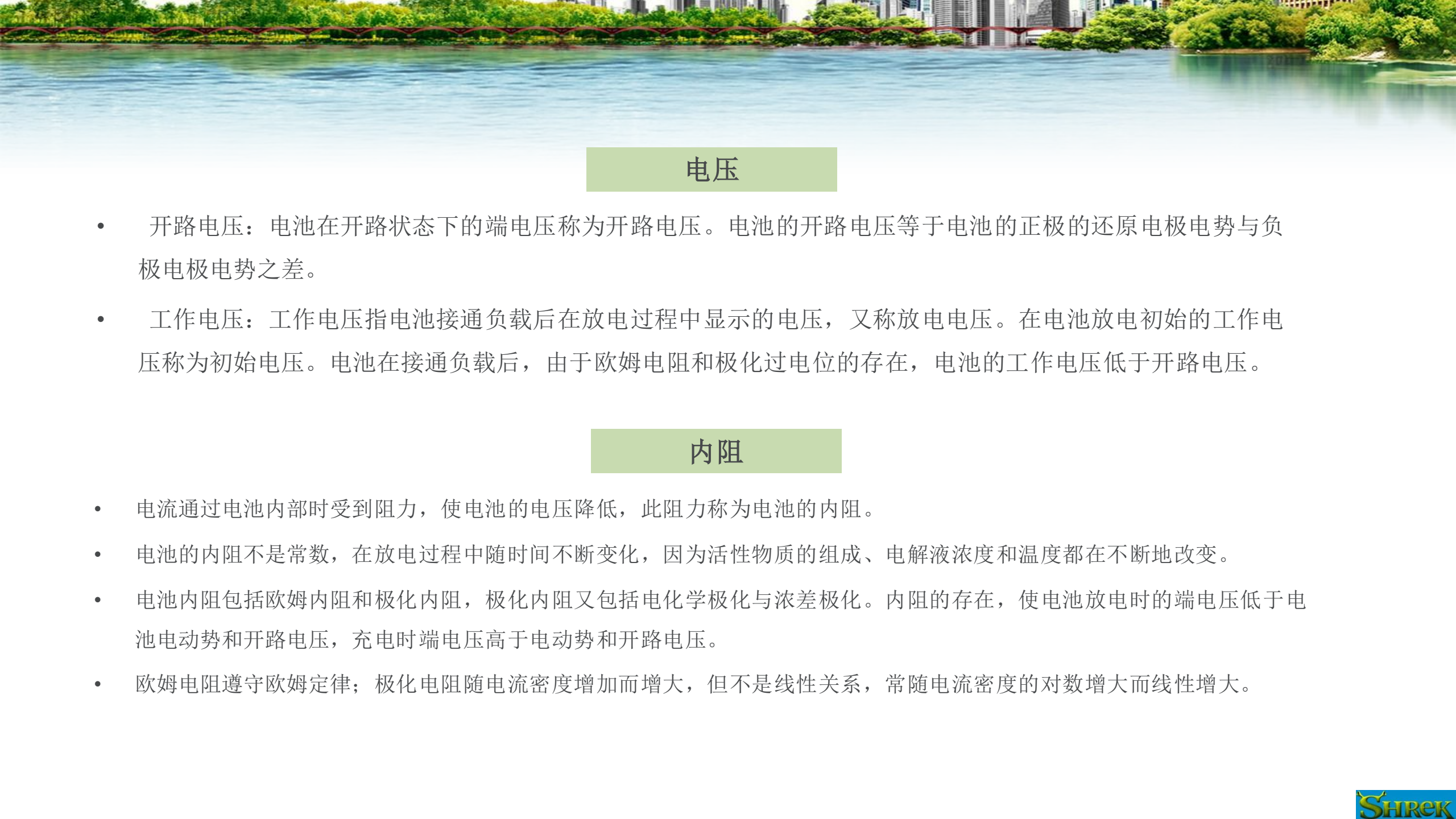


锂离子电池的基本概念

容量

- 电池在一定放电条件下所能给出的电量称为电池的容量，以符号C表示。常用的单位为安培小时，简称安时（Ah）或毫安时（mAh）。
- 电池的容量可以分为理论容量、额定容量、实际容量。
- 理论容量是把活性物质的质量按法拉第定律计算而得的最高理论值。为了比较不同系列的电池，常用比容量的概念，即单位体积或单位质量电池所能给出的理论电量，单位为Ah/kg（mAh/g）或Ah/L（mAh/cm³）。
- 实际容量是指电池在一定条件下所能输出的电量。它等于放电电流与放电时间的乘积，单位为 Ah，其值小于理论容量。
- 额定容量也叫保证容量，是按国家或有关部门颁布的标准，保证电池在一定的放电条件下应该放出的最低限度的容量。






电压

- 开路电压：电池在开路状态下的端电压称为开路电压。电池的开路电压等于电池的正极的还原电极电势与负极电极电势之差。
- 工作电压：工作电压指电池接通负载后在放电过程中显示的电压，又称放电电压。在电池放电初始的工作电压称为初始电压。电池在接通负载后，由于欧姆电阻和极化过电位的存在，电池的工作电压低于开路电压。

内阻

- 电流通过电池内部时受到阻力，使电池的电压降低，此阻力称为电池的内阻。
- 电池的内阻不是常数，在放电过程中随时间不断变化，因为活性物质的组成、电解液浓度和温度都在不断地改变。
- 电池内阻包括欧姆内阻和极化内阻，极化内阻又包括电化学极化与浓差极化。内阻的存在，使电池放电时的端电压低于电池电动势和开路电压，充电时端电压高于电动势和开路电压。
- 欧姆电阻遵守欧姆定律；极化电阻随电流密度增加而增大，但不是线性关系，常随电流密度的对数增大而线性增大。



循环寿命

- 电池在完全充电后完全放电，循环进行，直到容量衰减为初始容量的80%，此时循环次数即为该电池之循环寿命
- 循环寿命与电池充放电条件、环境有关
- 锂离子电池室温下1C充放电循环寿命可达300-500次（3C、消费类行业标准），动力类 ≥ 1000 次（不同体系实际值不同，三元材料、锰酸锂： ≥ 1000 次；磷酸铁锂： ≥ 2000 次）。

自放电

- 电池按标准完全充电后，常温放置一个月。然后用1C放电至3.0V，其容量记为 C_2 ；电池初始容量记为 C_0 ； $1-C_2/C_0$ 即为该电池之月自放电率；
- 行业标准锂离子电池月自放电率小于12%，实际做到3%-6%
- 电池自放电与电池的放置性能有关，其大小和电池内阻结构和材料性能有关

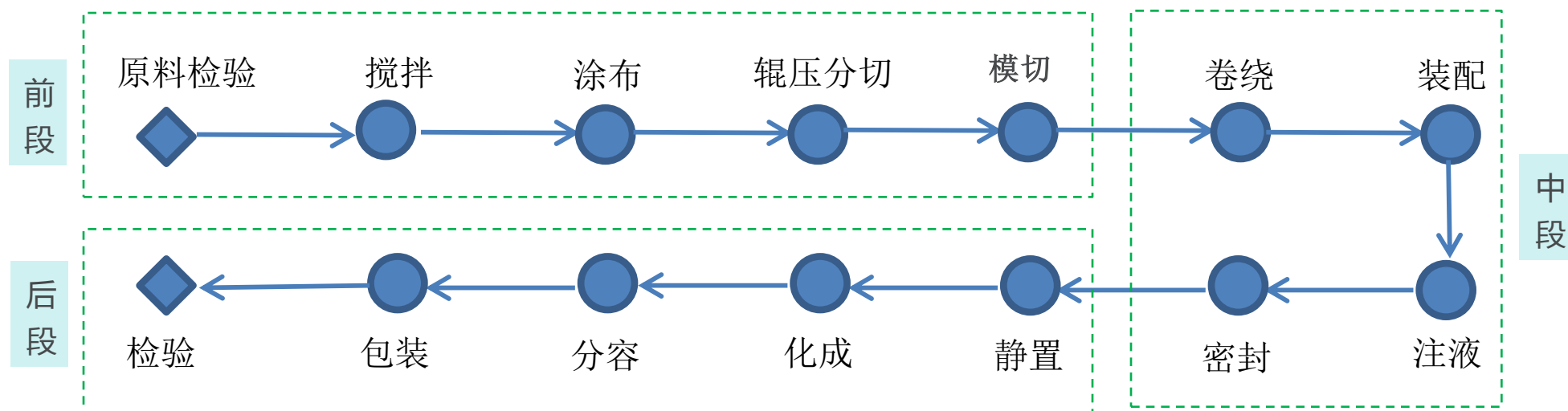


二、锂离子电池原材料简介

正极材料	负极材料	金属件	隔膜	电解液
磷酸铁锂 PVDF NMP Al foil 导电剂	石墨 LA133 去离子水 铜箔 MAC500 导电剂	顶盖 铝壳 绝缘托板 顶盖贴片 底部贴片 软连接 顶支架 迷你杯	隔膜	电解液ESN-126

三、工艺流程及控制要点

工艺流程图



前工序工艺简介

一、搅拌工序

二、涂布工序

三、辊压分切工序



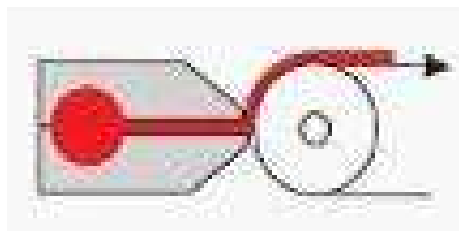
前工序制程

■ 前工序概述

- 前工序以投入物料完成电池极片的制造为主，上承材料开发利用，下启组装、测试，前工序制造工艺及品质直接决定着电池的“先天”性能。



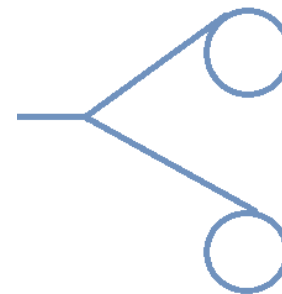
搅拌



涂布



辊压

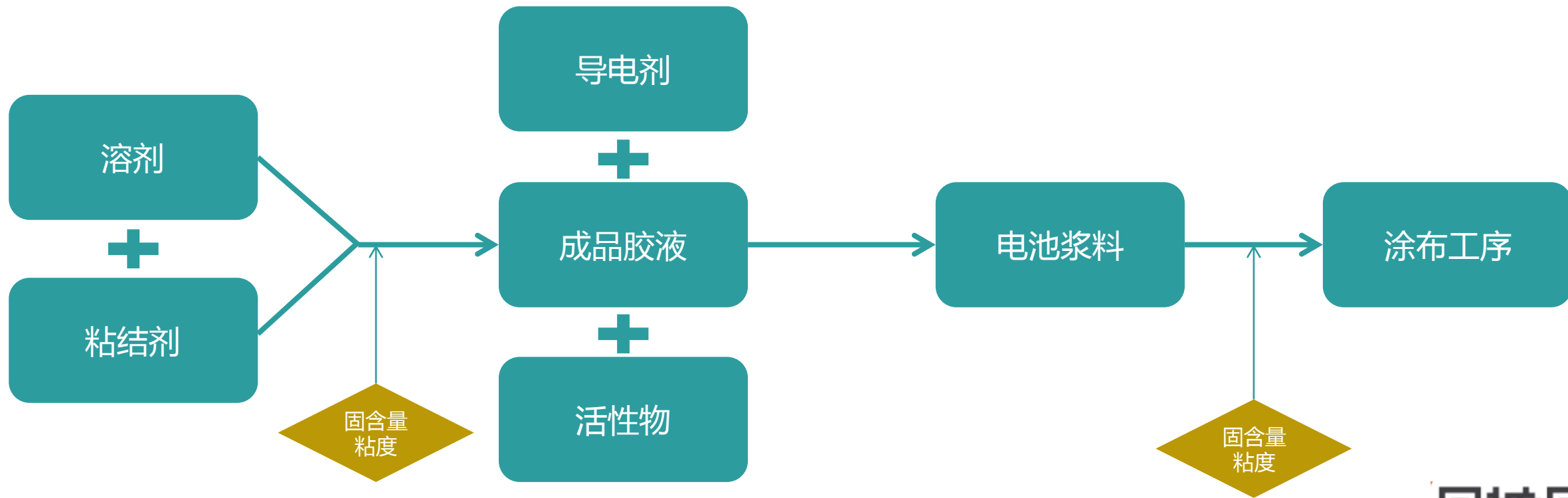


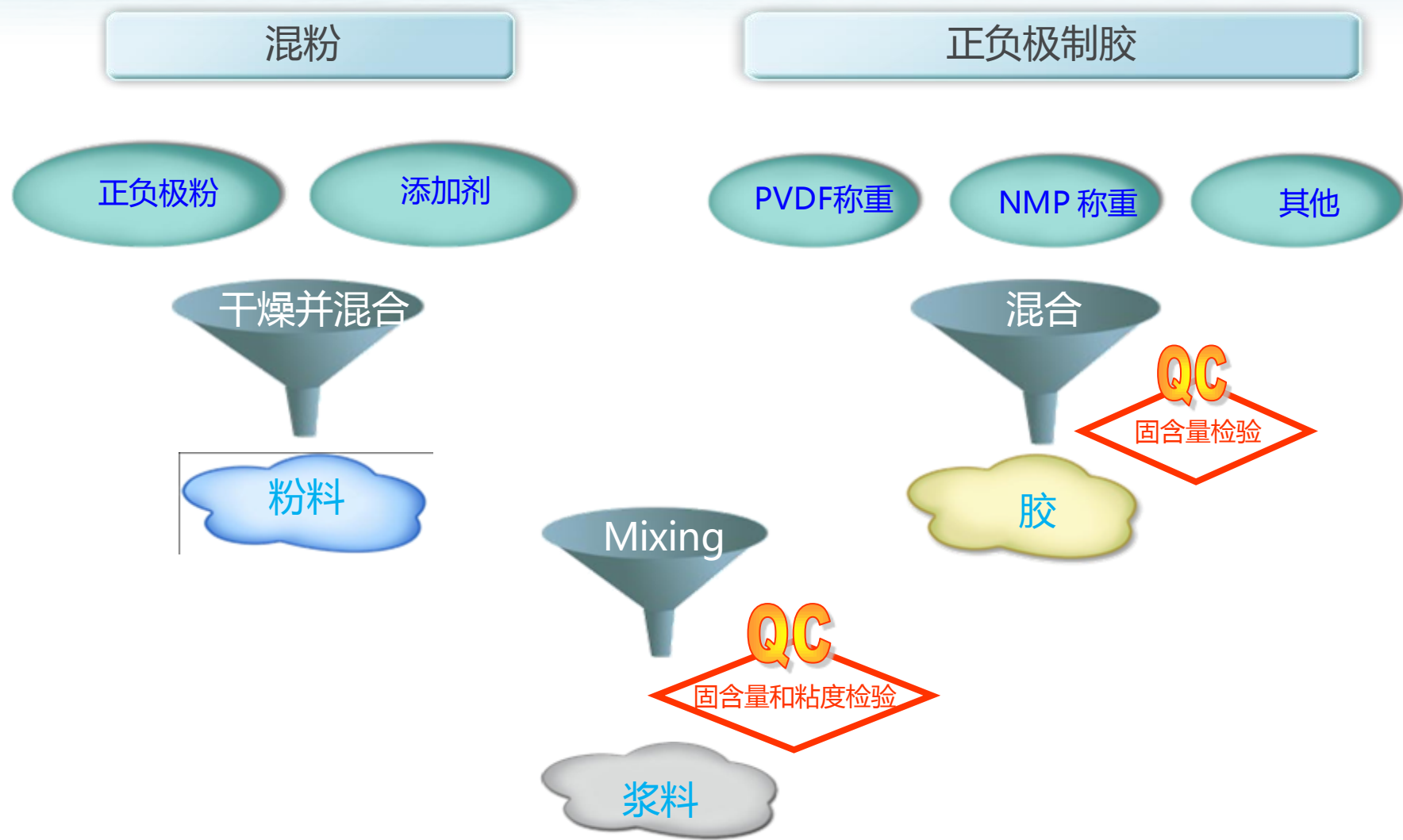
分切



前工序制程-搅拌

■ 搅拌工艺流程





■ 搅拌原料





主要原料：

正极材料：磷 酸 铁 锂			
材料性能	物理参数	包装外观	产品外观
高能量密度、安全性高 寿命长、充电性能快	松装密度、振实密度 (g/m³) 中位径 (μ m)、比表面积 (m²/g)	防潮，防水， 密封性好，附质检报告单	灰黑色粉末， 无杂质、无结块

特性简释：

松装密度：是指粉末在规定条件下自由充满标准容器后所测得的堆积密度，即松散填装时单位体积的质量，单位g/cm³；

振实密度：是指在规定条件下容器中的粉末经振实后所测得的单位容积的质量；

中位径：粒度分布D50，一个样品的累计粒度分布百分数达到50%时所对应的粒径；

比表面积：单位体积或单位质量颗粒的总表面积；



磷酸铁锂



良品：灰黑色粉末、无杂质、无结块



不良品：有杂质、结块



正极材料：PVDF			
材料性能	物理参数	包装外观	产品外观
对活性物质颗粒间起到粘接作用，将活性物质粘接在集流体上	相对分子质量、密度、旋转粘度、溶解性、含水率	防潮，防水，密封性好，附质检报告单	白色粉末，无杂质、无结块

特性简释：

粘度：流体在流动时，在其分子间产生内摩擦的性质，称为流体的黏性，粘性的大小用黏度表示；
溶解性：溶解性是物质在形成溶液时的一种物理性质。它是指物质在一种特定溶剂里溶解能力大小的一种属性；



PVDF



良品：白粉末、无杂质、无结块

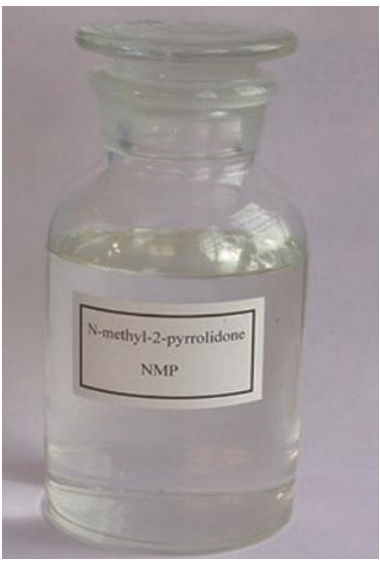


不良品：有杂质、结块





正极材料：NMP			
材料性能	物理参数	包装外观	产品外观
能与水、醇、醚、酯、酮、卤代烃、芳烃和蓖麻油互溶	密度 色度 折射率 质量分数	罐槽方式，密封保存， 附有检验报告单	无色透明油状液体， 微有胺的气味





负极材料：石墨			
材料性能	物理参数	包装外观	产品外观
良好的导电率，结构稳定，层状结构，成本低，锂离子扩散系数大，循环寿命长，良好的充放电平台	比表面积 (m^2/g) 振实密度 (g/m^3) 粒度、水分	袋装或桶装，坚固、整洁、密闭，每包附有标识和合格证外观	黑色粉末、无杂质、无结块

负极材料：LA133			
材料性能	物理参数	包装外观	产品外观
粘度高，对粉体材料具有更好的悬浮能力，品质纯净，有良好的抗氧化和抗还原能力。使锂离子电池具有较好的循环性能和倍率性能，电池极化小。	粘度、粒径、固含量、PH	桶装密闭，附带产品标签	乳白色或微黄色水乳液



■ 搅拌目的和作用

■ 目的：物料分散、混合均匀，主要指标为**细度**；

■ 物料混合配比符合设计标准，主要指标为**固含量**；

■ 成品胶液、浆料混合固液相稳定，主要指标为**粘度**；

■ 作用：制胶机提供混合的动力和物料长时间互相接触的条件；

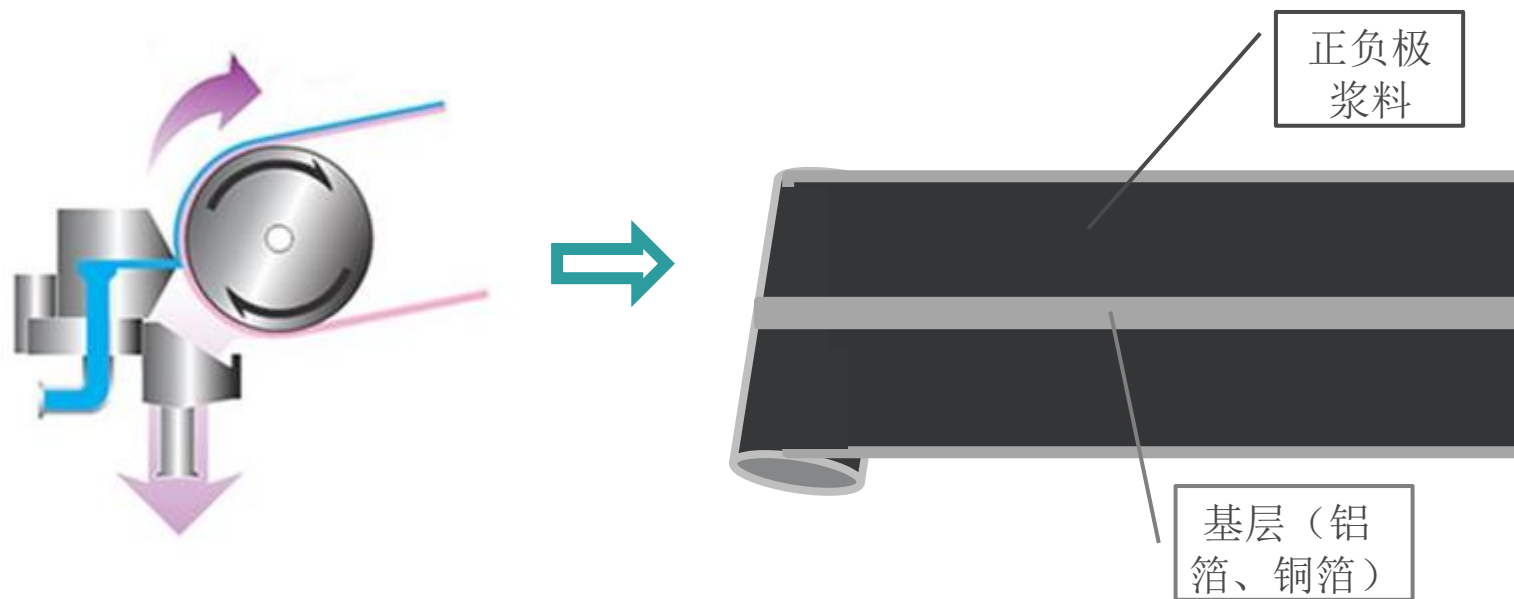
■ 双行星分散搅拌机提供固体粉料和液体溶剂混合的动力，通过公转桨实现物料的

■ 宏观混合，通过高速分散实现物料的微观分散。

■ 目标：混合均匀的电池浆料才能保证电池的一致性！

前工序制程-涂布

- 涂布工序的目的：
- 涂布工序是将正、负极浆料均匀的涂抹在基层上；
- 涂布分为：正、负极预涂层涂布和正、负极浆料涂布；



- 预涂层涂布：
- 预涂层涂布采用的是转移式涂布机，其目的在于将预涂层浆料均匀的涂抹在箔材上。
- 转移式涂布机的特点：
- 使用高精度网纹辊进行涂布，可以实现粘度低的浆料，进行厚度较薄的涂布方式，底涂涂布后的厚度仅为2-3 μm 。





■ 浆料涂布：

- 浆料涂布采用的是挤压式涂布机，其目的在于将正、负极浆料均匀的涂抹在箔材上。
- 挤压式涂布机的特点：可以将粘度较高的浆料以一定的厚度均匀的涂抹在箔材表面。



涂布工序控制要点：

1、外观

- ①浆料均匀无沉淀，无颗粒、杂质、油污和气泡等现象；
- ②极片表面无掉料、划痕、暗痕、翘边、露箔（未敷上料）等现象；

2、尺寸

极片的敷料长度、间距等尺寸须符合工艺要求；

3、铜、铝箔

- ①厚度均匀，厚度和宽度尺寸符合规格要求；
- ②表面无油污、灰尘等污物，无褶皱、波纹、撞伤（凹坑）等现象；

4、极片面密度须符合工艺要求。

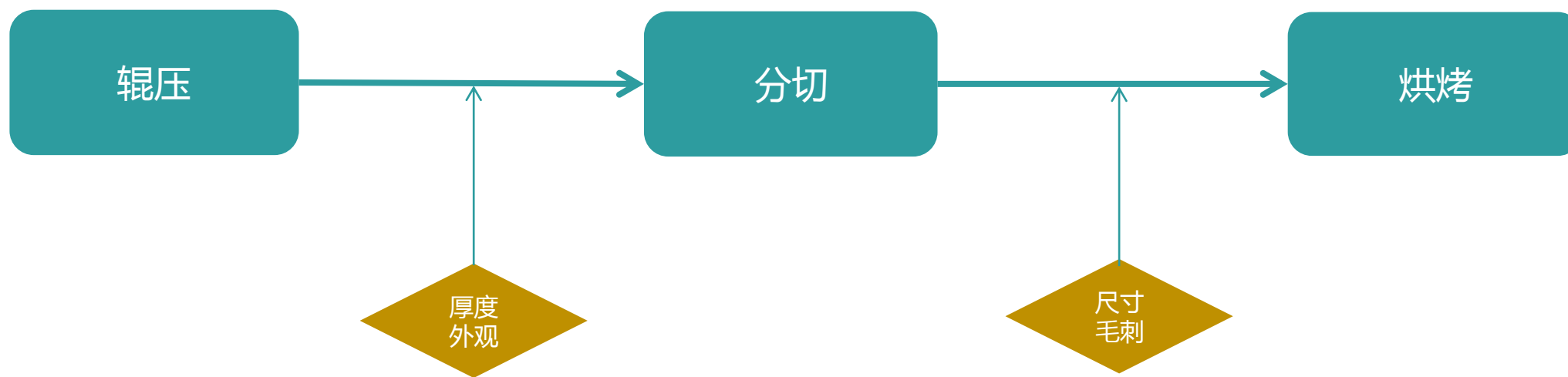
5、注意点

- ①车间温、湿度必须符合工艺要求 [及时关门]
- ②员工在操作时必须戴手指套, 轻拿轻放 [时时提醒]



前工序制程-辊压、分切

辊压、分切及烘烤工艺流程



辊压

辊压工序的目的：

将涂布极片辊压至一定的厚度。



辊压机原理：通过调整两个辊压辊之间的压力，将极片辊压至一定的厚度。



辊压机

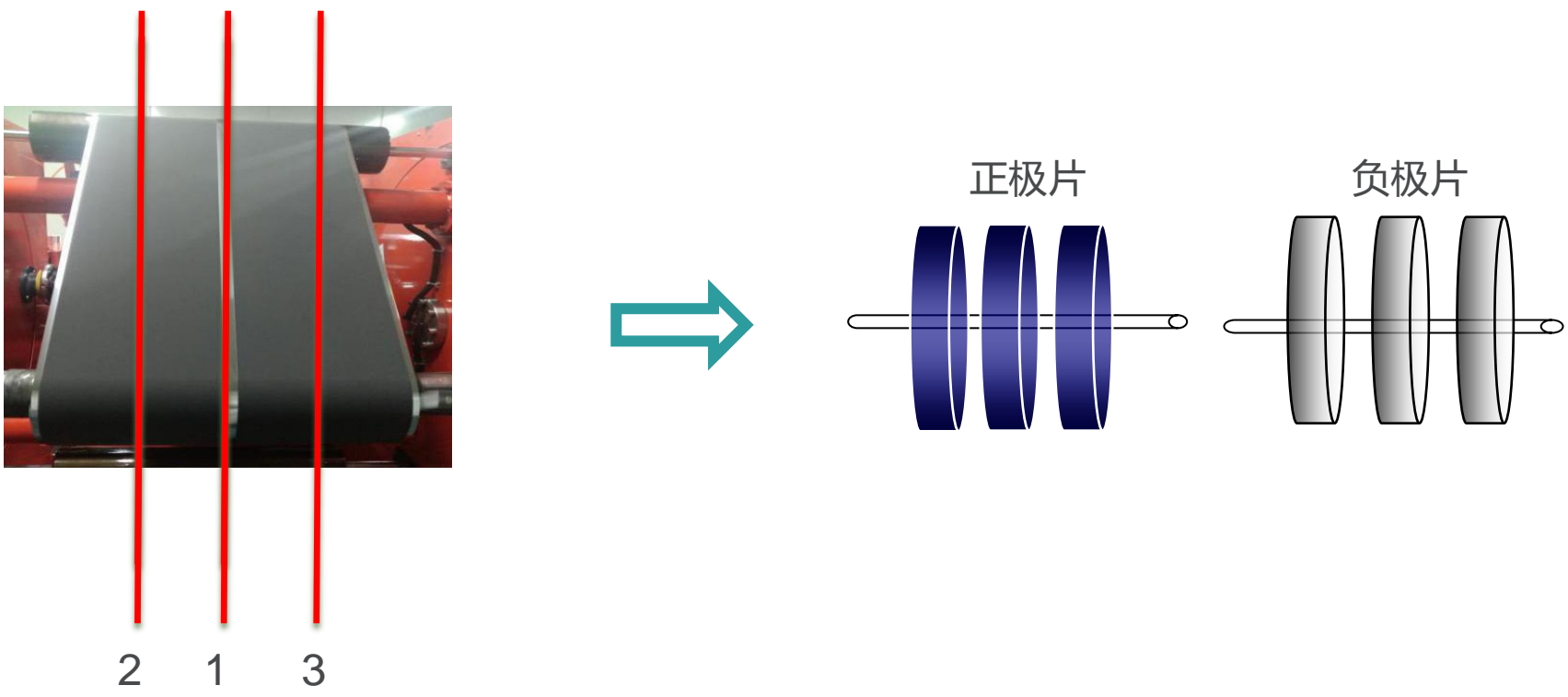


辊压辊



分切工序的目的：按照一定的尺寸分切涂布极片

分切顺序如下：



■ 烘烤设备



● 烘箱

- 六门圆筒烘箱
- 绝对真空50pa
- 目的：降低极片水分
- 作用：保证电池性能





分切工序控制要点:

1、辊压

- ①极片辊压厚度须符合工艺标准要求
- ②极片表面无掉料、疤痕、褶皱等现象

2、分条

- ①极片分条尺寸须符合工艺要求
- ②极片切口平直，不允许有毛刺、掉料等现象
- ③极片无毛刺、掉料、裁斜、白边等现象

3、注意点

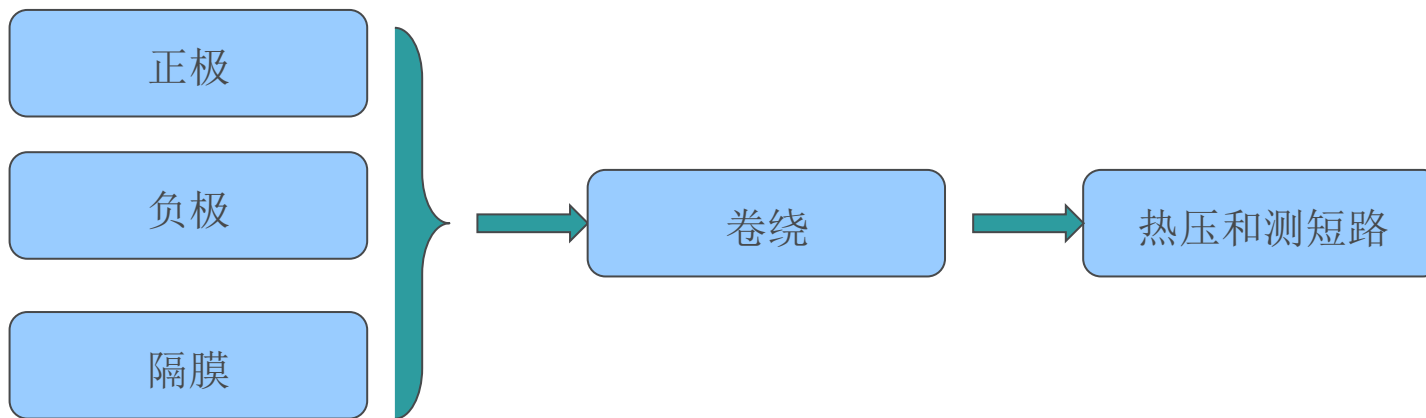
- | | |
|---------------------|--------|
| ①车间温、湿度必须符合工艺要求 | [及时关门] |
| ②烘箱的温度、真空度必须符合工艺标准 | [及时关门] |
| ③及时清理辊轮粘料 | [时时监督] |
| ④员工在操作时必须戴手指套, 轻拿轻放 | [时时提醒] |



中工序工艺简介

- 一、电芯卷绕工序
- 二、电芯装配工序
- 三、电芯烘烤工序
- 四、电芯注液工序

中工序制程-卷绕

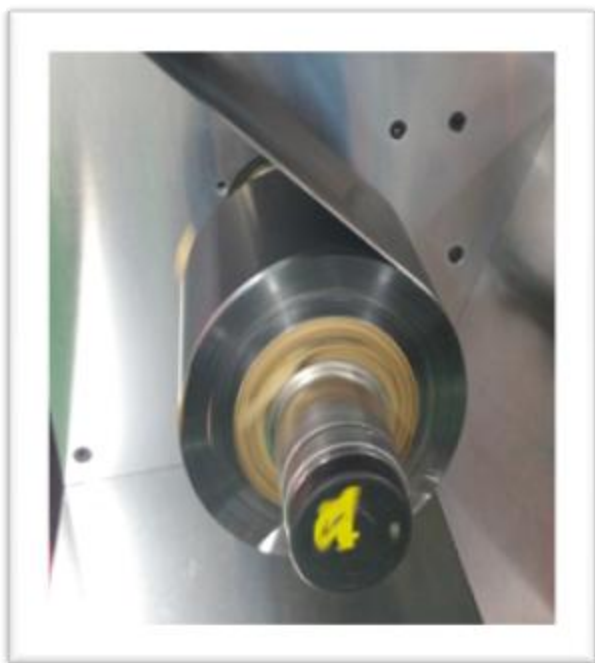


卷绕注意事项:

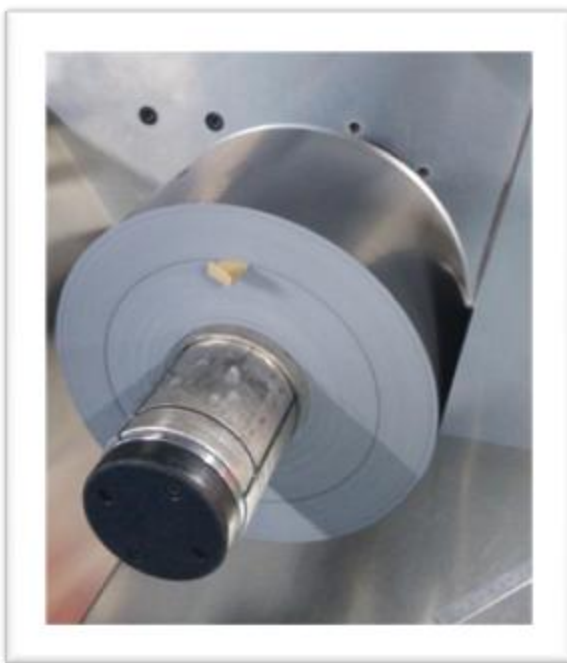
1. 隔膜包正极片，正极片包负极片，正负极片中间有隔膜；
2. 正极一定要包住负极有料区域；
3. 外来物、金属粒子的控制；
4. 防止阴极、阳极、隔离膜的交叉污染；



电芯组成



正极极片

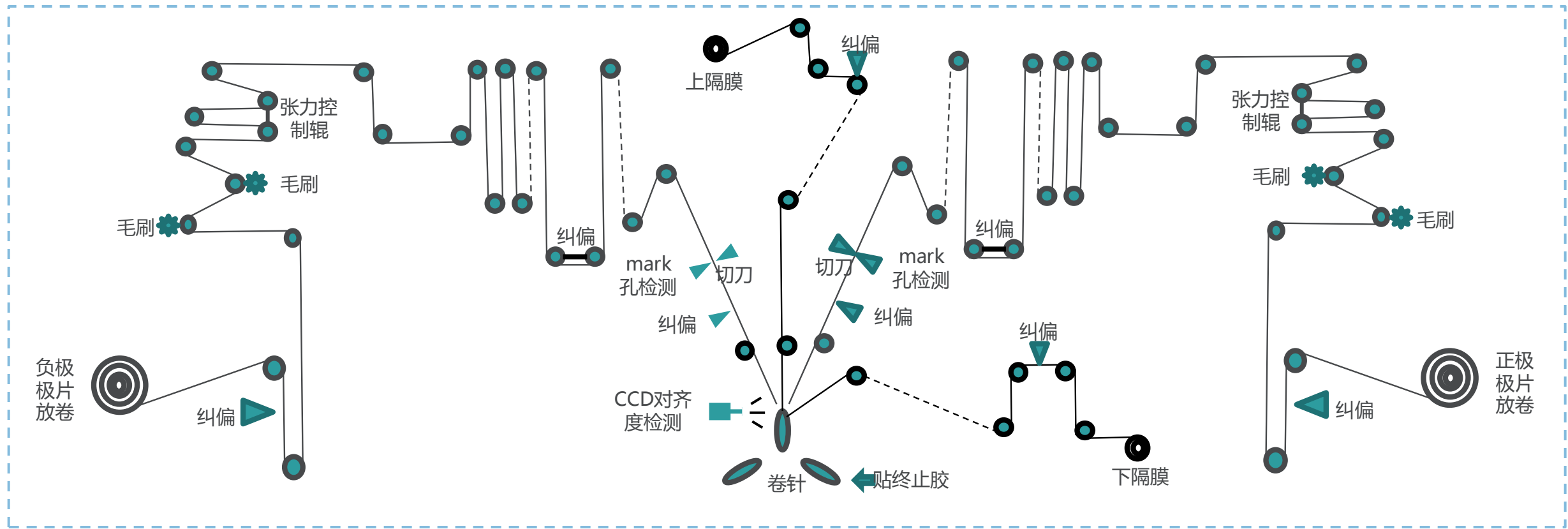


负极极片



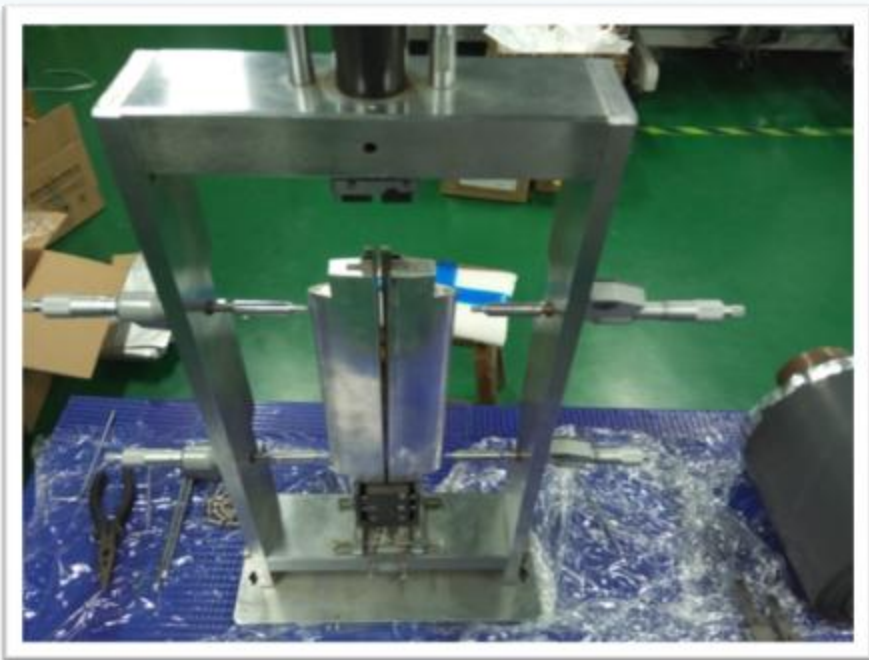
隔离膜

卷绕过程示意图



工作原理：卷绕时，内针夹紧隔膜、外针涨开 至电芯周长规定尺寸，由隔膜带入极片进行电芯卷绕。卷绕完成时，内针松开，外针内缩使卷针脱离电芯抽针下料。

卷针



上图为调试卷针夹具，夹具两端各配有2支千分尺，确保卷针宽度精准。



上图为卷针装好后图示

卷针宽度严重影响电芯极耳的对齐度，所以卷针调校必须精准。

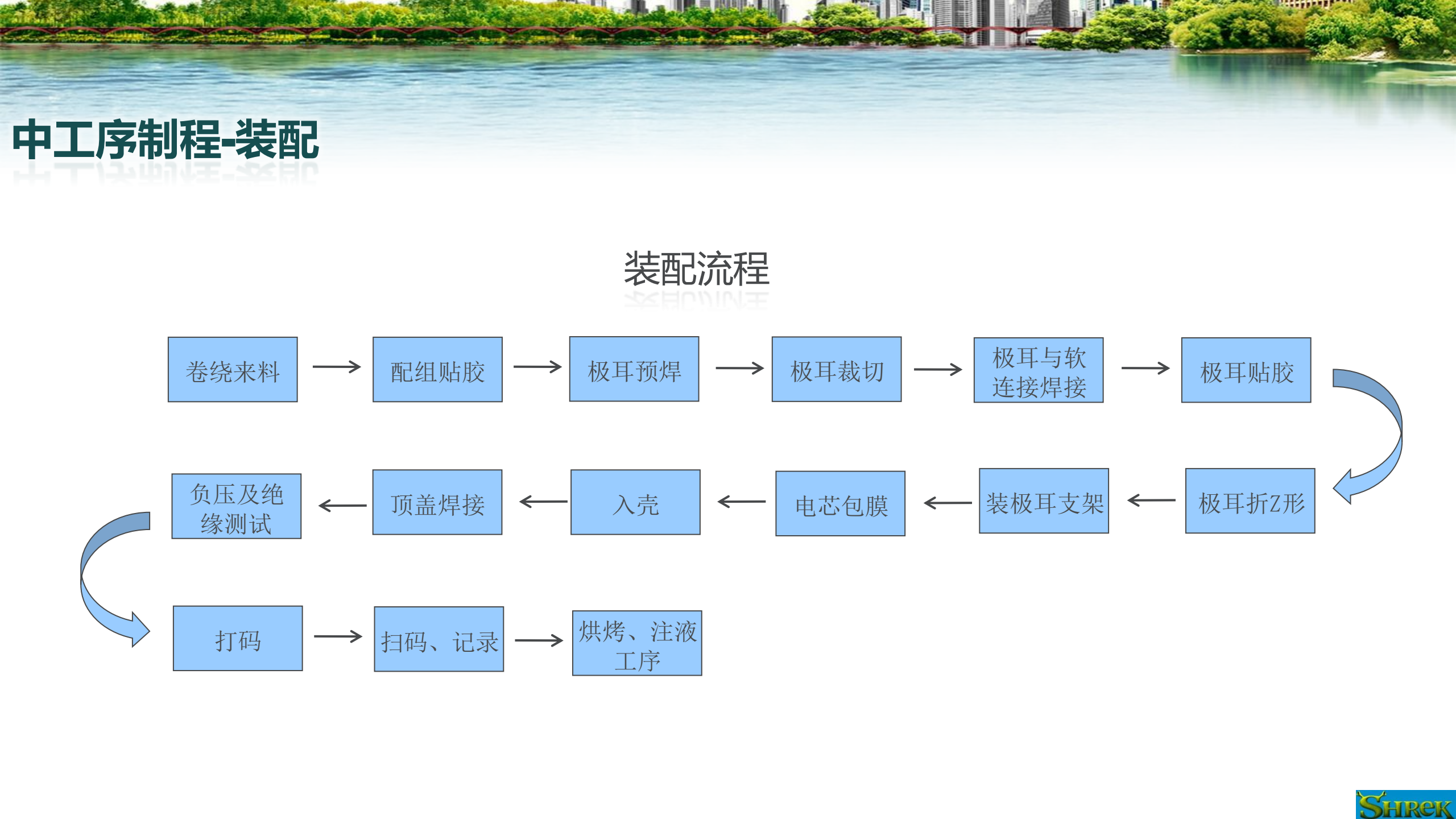




卷绕工序控制要点:

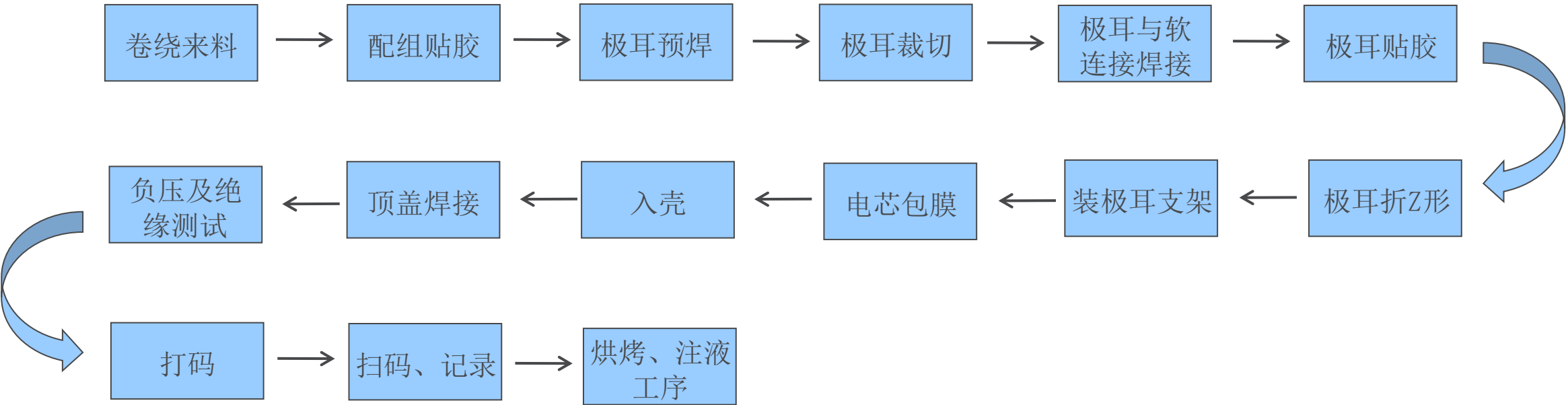
- 1、来料极片、隔膜无明显的褶皱、漏箔、张力不均等异常现象;
- 2、热压后电芯尺寸（长、宽高、极耳间距、厚度）达到工艺要求;
电芯重量达到工艺要求;
- 3、热压后电芯无黑印、隔膜破损、脏污等不良现象;
- 4、绝缘测试电阻不出现短路;
- 5、注意点
 - ①车间温、湿度必须符合工艺要求 [及时关门]
 - ②员工在操作时必须戴手指套, 轻拿轻放 [时时提醒]



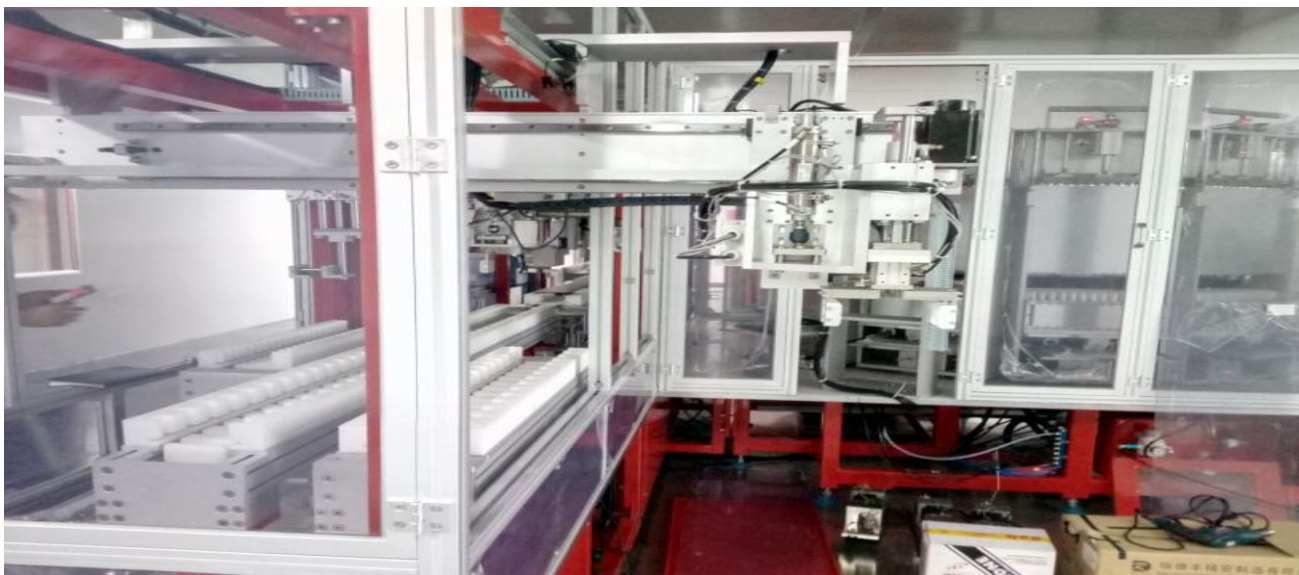


中工序制程-装配

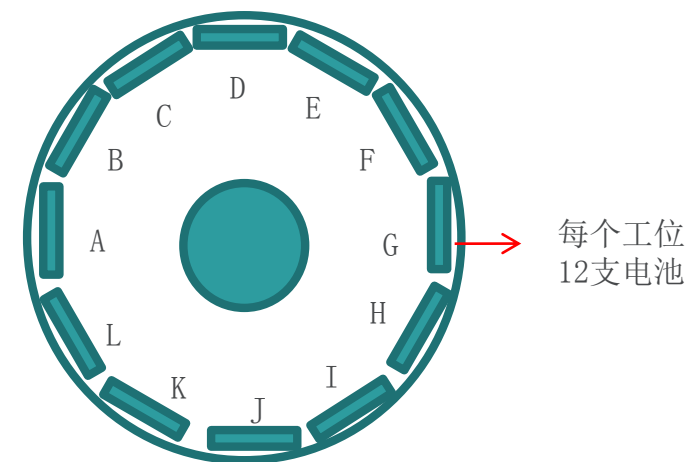
装配流程



中工序制程-注液



精朗转盘式12工位自动注液机



自动注液机12工位转盘

工作原理：设备将电池内部吸成负压，用管路将电池与电解液连接，使电池内部与电解液所在空间之间形成压差，利用该压差使电解液自动吸入到电池内部，再进行高压与真空循环的注液方式，完成自动注液。

注液流程



前扫码工位



前称重工位



注液工位



后称重工位

工作流程： 电池经过流水线流入前称重扫码缓冲工位，进入扫码称重工位进行扫码称重，12个一组进入注液工位进行注液（循环注液方式），注液完成后下料至后称重工位，进行扫码称重后擦洗电池注液嘴，流入打胶钉工位打胶钉后下料。



装配、注液工序控制要点：

1、装配

- ①来料五金件无明显变形、脏污、损坏等异常现象；
- ②装配过程中电芯隔膜无破损、脏污；
- ③防爆片焊接、极耳软连接焊接、顶盖密封焊接无漏焊、虚焊、炸火、焊穿等；
- ④入壳后绝缘测试、密封测试达到工艺要求；

2、注液

- ①电池注液量须符合工艺要求；
- ②电池注液后及时进行机壳清洁，无电解液残留等污染物；

5、注意点

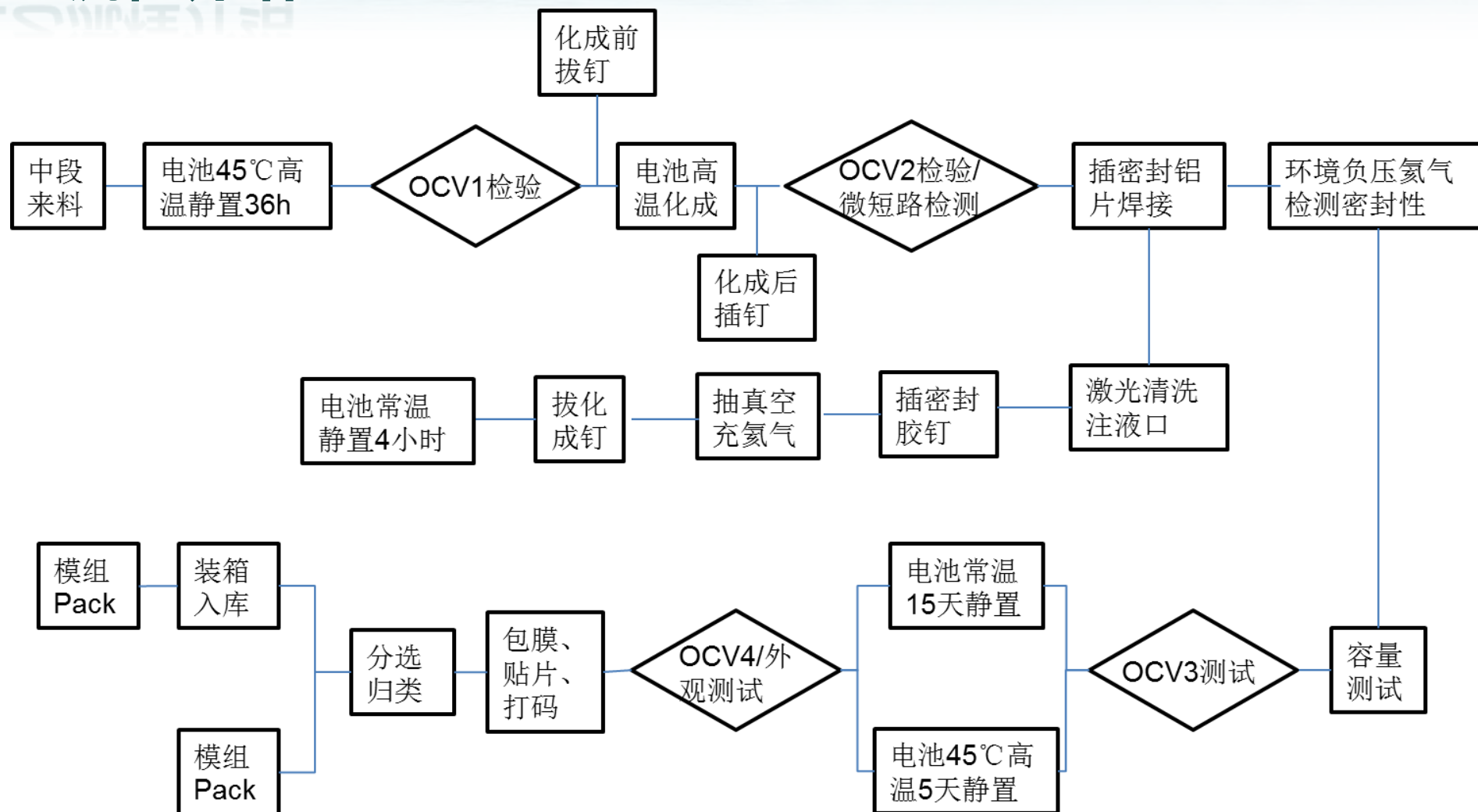
- ①车间温、湿度必须符合工艺要求 [及时关门]
- ②员工在操作时必须戴手指套, 轻拿轻放 [时时提醒]

后工序工艺简介

- 一、化成
- 二、分容
- 三、包装



后工序工艺流程介绍





后工序制程-高温静置

作用

使电芯内部得到充分浸润

控制要点

静置时间、静置温度、电池放置方式

常见异常

时间不足、放置方式不对、静置过程跳钉、零电压、内阻大

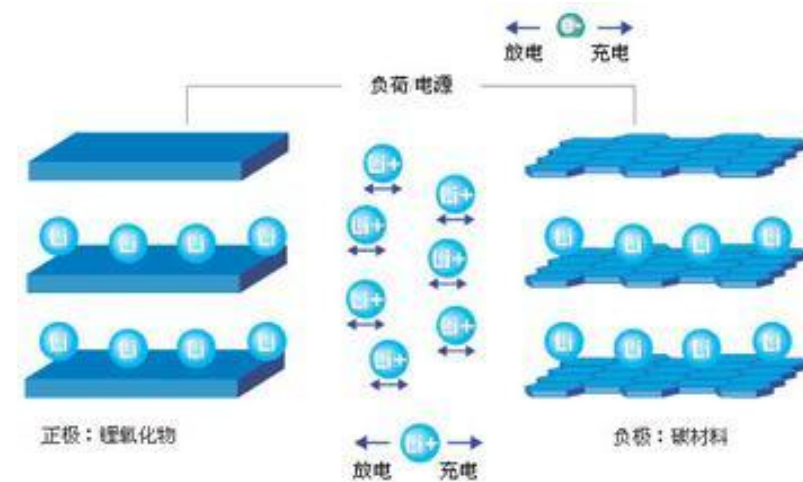


后工序制程-高温化成

电池制成后，通过一定的充放电方式将内部正负极物质激活，改善电池的充放电性能及自放电、储存等综合性能的过程称为化成，电池只有经过化成后才能体现真实的性能。

目的：

1. 使电池中活性物质借助首次充电转化成具有电化学活性的物质。
2. 消耗制程中残留的微量杂质。
3. 使电解液润湿极片更充分。





注液口密封

作用

排出化成产生的气体充氦气并密封隔绝空气，利于电池循环和储存

控制要点

抽气与充氦时的真空值，焊接处洁净度，焊接能量、焊接位置、焊接轨迹

常见异常

抽出电解液、虚焊、炸火、漏焊





后工序制程-容量分选

作用

测试电池的实际容量，对电池进行性能筛选与分级

控制要点

分容测试时电流、电压、环境温度，分容后电池容量、放电平均电压、电压、内阻、压降

常见异常

分容流程异常停止、低容、电压低、内阻大、压降大、外观不良



包装工序

作用

对单体进行包装，起绝缘保护作用，方便电池存储与运输

控制要点

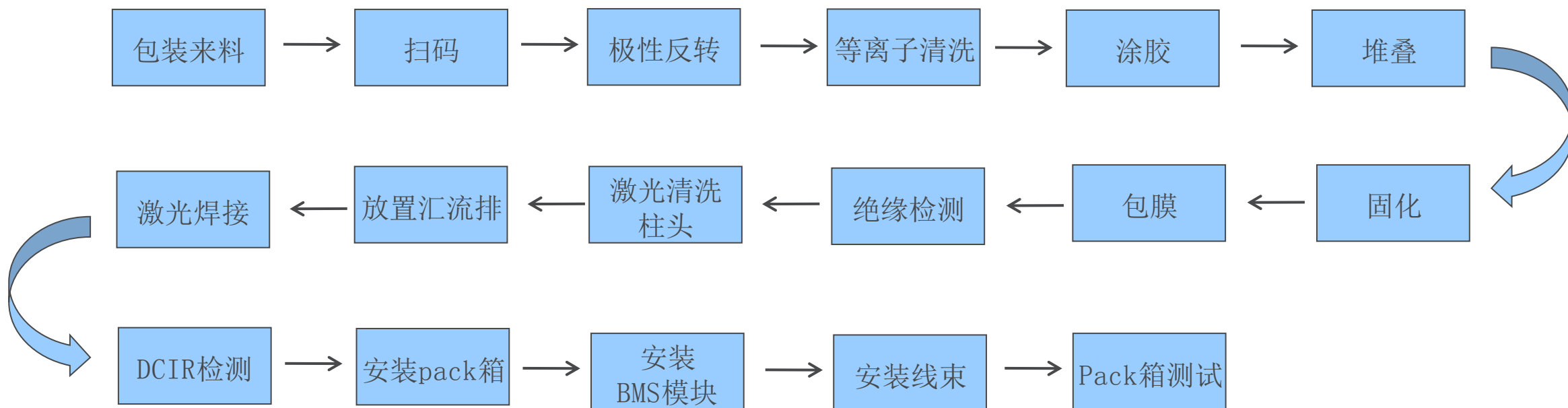
电池外观良好、无破损、无变形、无污染、二维码清晰且无误

常见异常

壳体变形、保护膜破损、防爆阀打开、电解液污染、重码、二维码模糊不清

后工序制程-模组、pack

模组、pack流程



四、不良品产生及影响

- 配料违规造成的不良影响

- 1、加料未按照工艺标准加入(多加或少加)

影响：导致配比与标准不符，影响浆料的粘度、固含量、电池性能等；

处理：电池降级处理

- 2、匀浆未按照工艺规定的转速、时间进行操作，过程中未按时刮料

影响：浆料搅拌不均匀，粉末或颗粒未能完全分散，导致涂布极片表面有划痕、露箔、凸点等不良，且易在涂布的过程中出现断带；

处理：不良极片报废处理

- 3、真空度未达到工艺标准

影响：浆料无法进行脱泡处理，导致涂布出现露箔，影响电池容量或造成电池短路

处理：露箔极片报废处理





• 过程生产操作中的不良情况

1、涂布过辊异物未及时清理

影响：涂布后极片产生划痕、黑印、漏箔

处理：不良极片报废处理

2、涂布机头尺寸位置未对齐

影响：极片料区尺寸不良，正反面料区错位

处理：不良极片报废处理

3、分切刀具未及时保养更换

影响：分切产生毛刺，导致隔膜刺穿，造成电池短路

处理：不良电芯报废

4、卷绕过程中将不良极片卷入电芯

影响：导致电芯热压后，不良极片内部出现脱料，造成电池短路

处理：短路电芯报废处理

5、虚焊、焊穿、炸火

影响：电池短路、漏气

处理：不良电池报废处理





腾飞!



The End

