

NO. 058

汽车动力电池PACK 工艺与制造

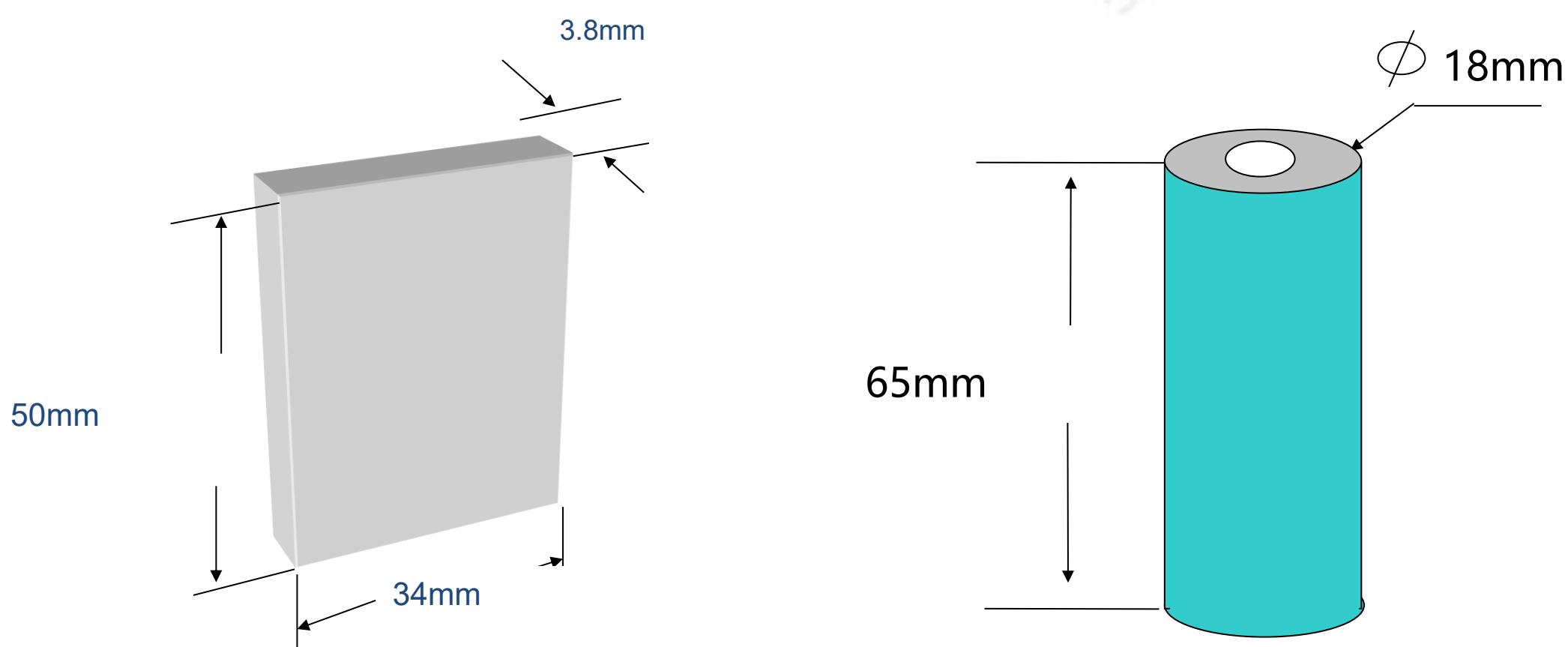
1 电池与电芯

在pack行业，人们都把没有组装成可以直接使用的电池叫做电芯，而把连接上PCM板，有充放控制等功能的成品电池叫做电池。

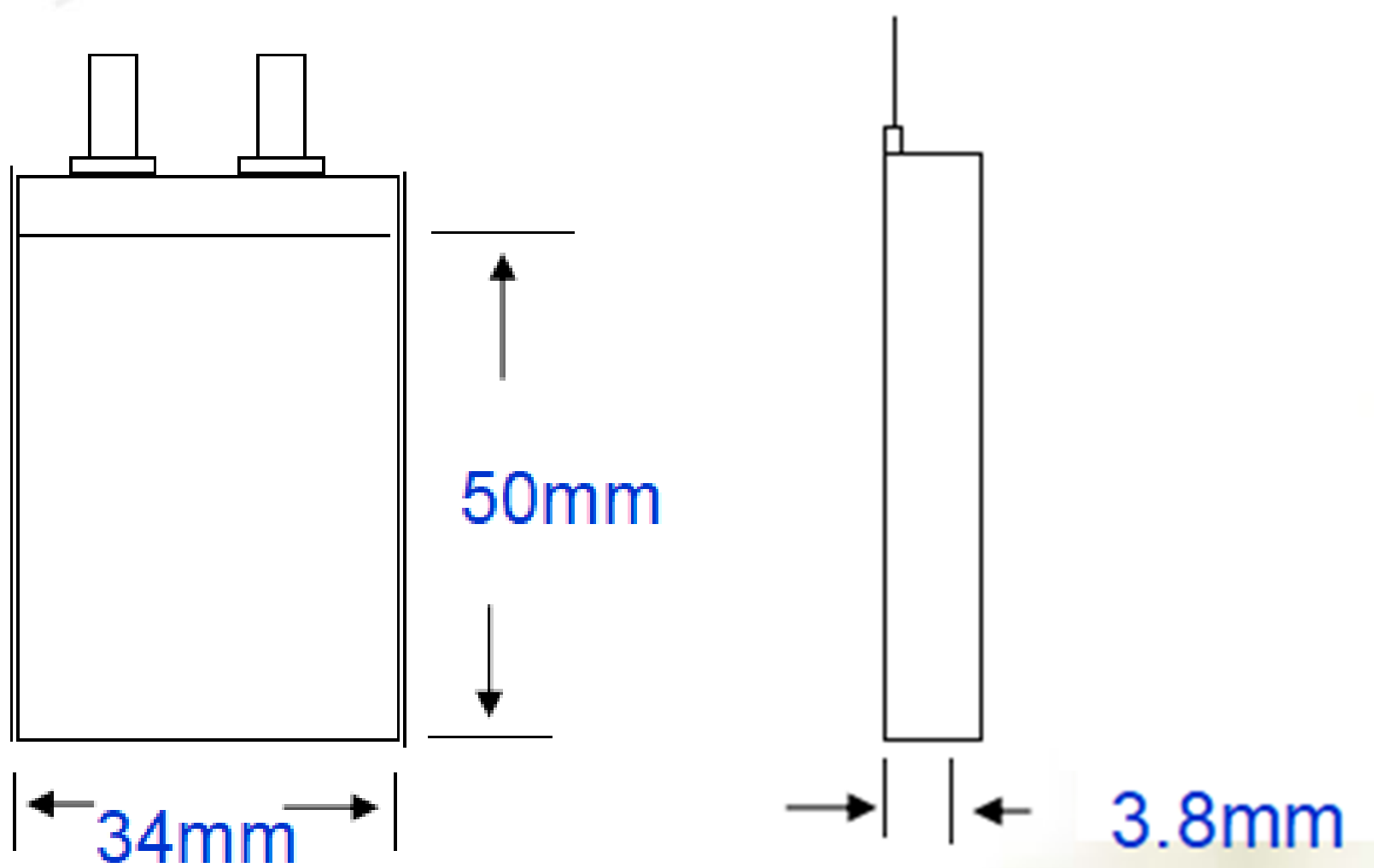
在pack组装中电芯是电池的重要组成部分

Pack中最常用几种电芯：聚合物、铝壳锂离子、钢壳锂离子、圆柱型电芯（锂离子、镍氢）。

电芯型号、规格、命名方法：按电池外观尺寸宽/厚/长，如：方形锂离子383450型号，指电芯实体部分宽34mm厚3.8mm长50mm



如：圆柱型18650型号，就是指电芯直径18mm长65mm；聚合物（软包）383450型号，指电芯实体宽34mm厚3.8mm长50mm



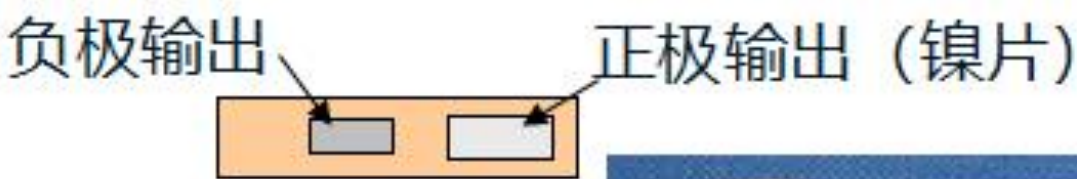
电芯型号、规格

常用单位：①标称容量：mAh（毫安时）；②开路电压：V（伏）；③交流阻值：mΩ（毫欧）；④电流：A（安培）。

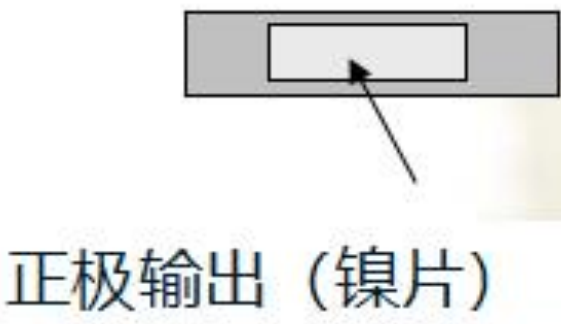
电芯结构：方形铝壳锂离子电池



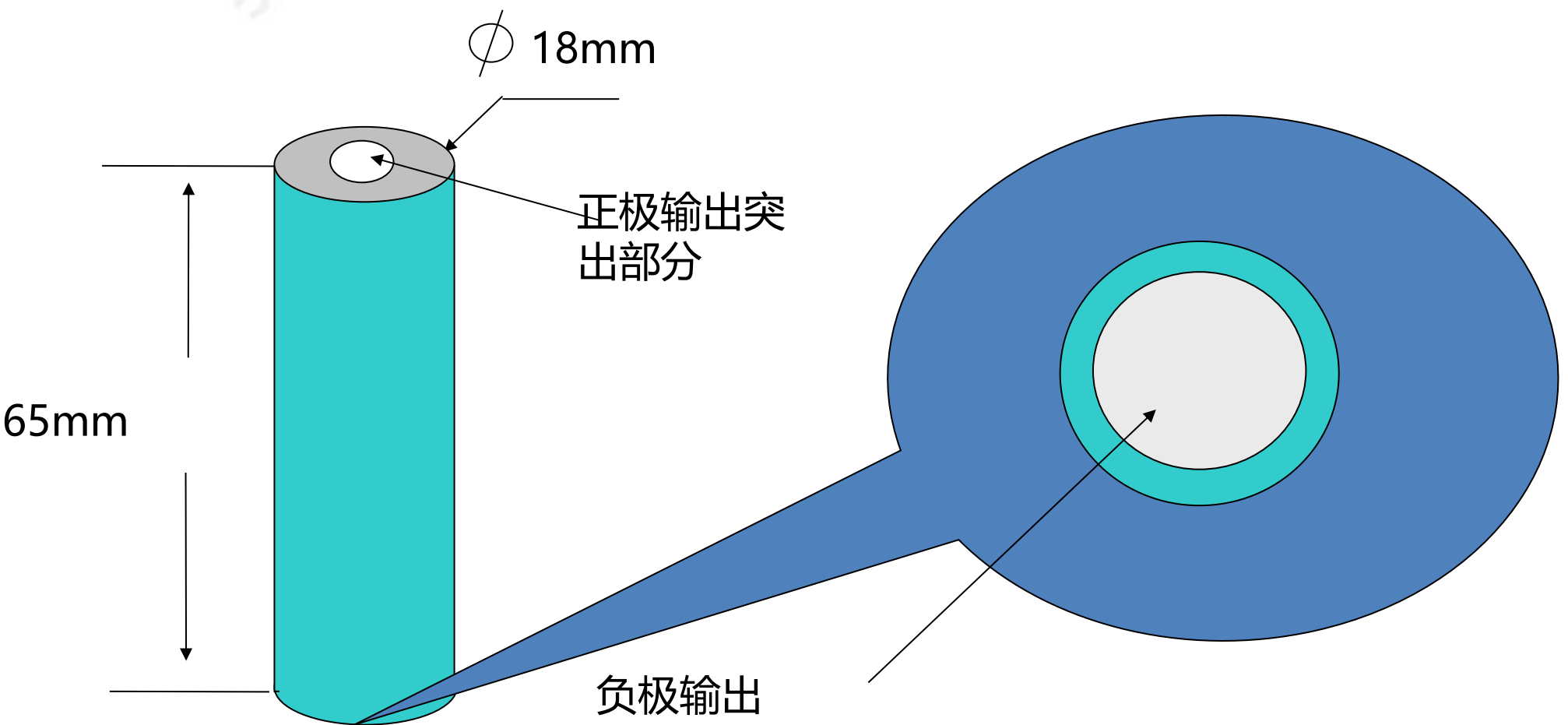
同端：



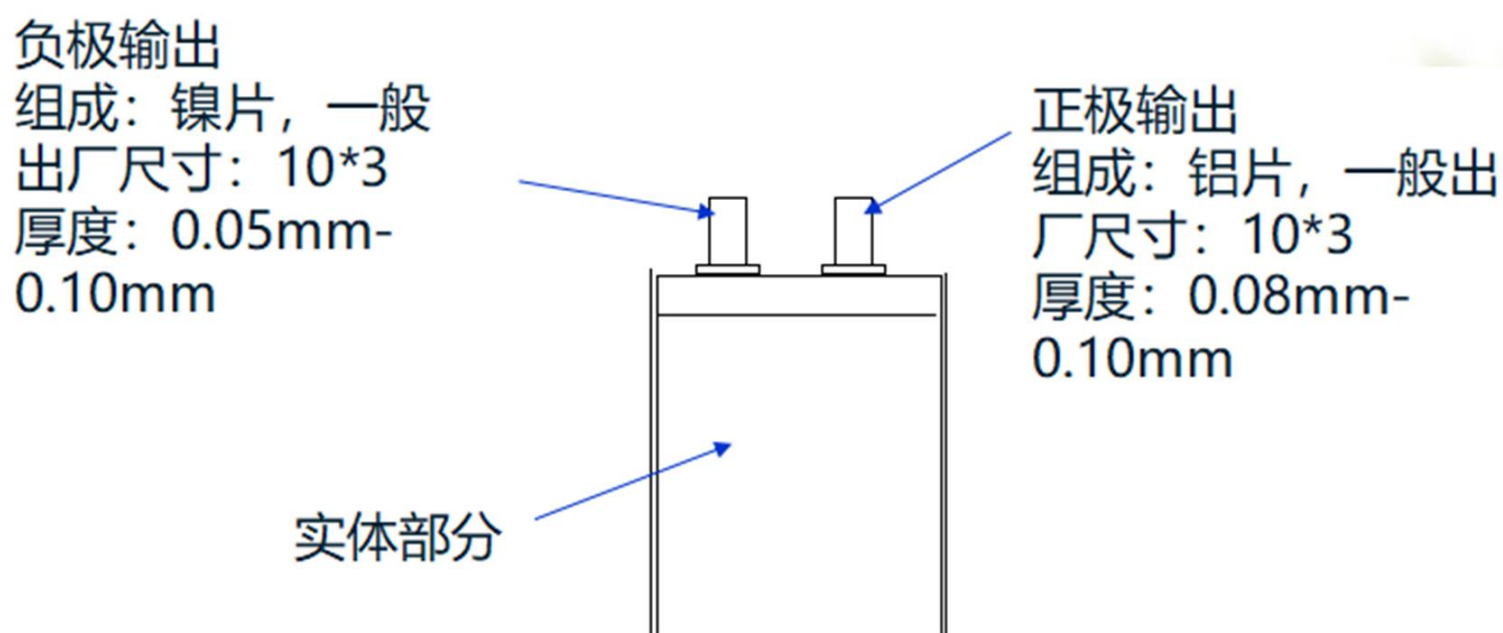
异端：



圆柱型锂离子电池



软包/聚合物锂离子电池



电芯在PACK加工中的检测项目：①电压：开路电压；②内阻：交流内阻；③容量：电芯容量（标称容量）；④尺寸：电池实体部分宽、厚、长。

其他：①外观；②输出端有无氧化；③输出端位置、尺寸。

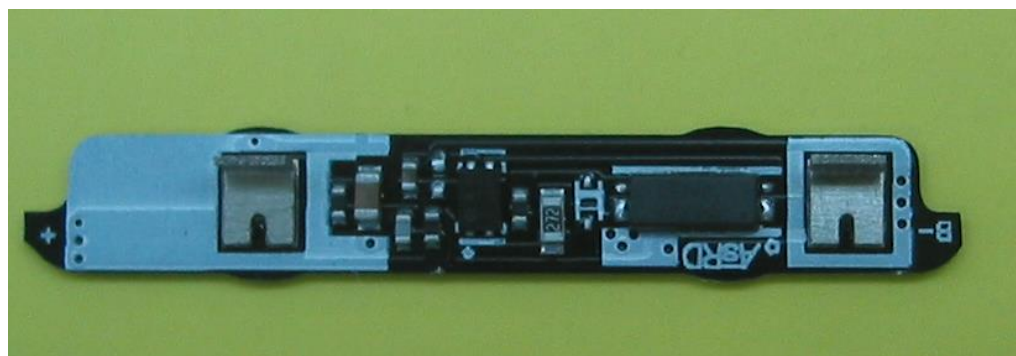
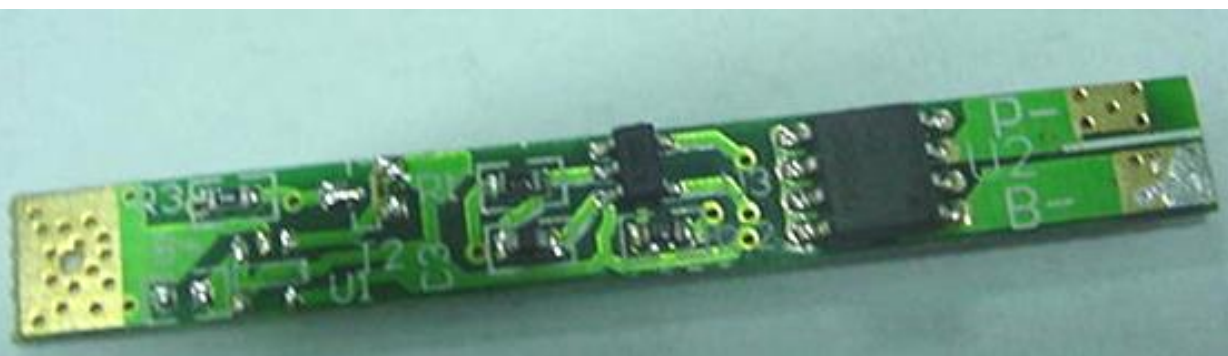
测电芯尺寸：常用工具：卡尺、通规；卡尺检测尺寸（注意检测时正负极不可短路，卡尺头部要用绝缘材料包裹）。



测电芯电压、内阻：常用工具：万用表、内阻测试仪。万用表直流电压档检测开路电压与负载电压，加10Ω负载后可测得负载电压，相当于电池工作电压。用内阻测试仪可快速测得电芯电压、内阻。

2 电池的组成

电池组成最重要两大部分：电芯与保护线路板（通常叫法为pcM板）。锂电池(可充型)之所以需要保护，是由它本身特性决定的。由于锂电池本身的材料决定了它不能被过充、过放、过流、短路及超高温充放电，因此锂电池锂电组件总会跟着一块精致的保护板和一片电流保险器出现。保护板通常包括控制IC、MOS开关及辅助器件NTC、ID、存储器等。其中控制IC，在一切正常的情况下控制MOS开关导通，使电芯与外电路沟通，而当电芯电压或回路电流超过规定值时，它立刻控制MOS开关关断，保护电芯的安全。



保护线路板的构成

①IC：控制；②MOS：开关；③NTC：为负温度系数电阻（温度越大，电阻越小），对手机起保护作用；④ID：起解码作用（识别电阻）；⑤电阻：起限流、采样作用；⑥电容：起瞬间稳压作用，滤波作用；⑦Fuse/Ptc：熔断保险丝，起保护作用。

保护电路板上线前检测项目：

保护线路板性能及基本功能，测试基本参数：短路保护功能、充电功能、放电功能、ID或NTC值功能、静态工作电流、保护电路板内阻、过充保护功能、过放保护功能、短路冲击、内阻、耐压测试、过流/过压保护功能、高低温冲击测试、触片盐雾测试、锡点检查、外观尺寸

标签（商标） ----电池的标识，主要内容包括：标称容量、产品规格型号、防伪标志、环保标识、生产厂商、生产日期等。



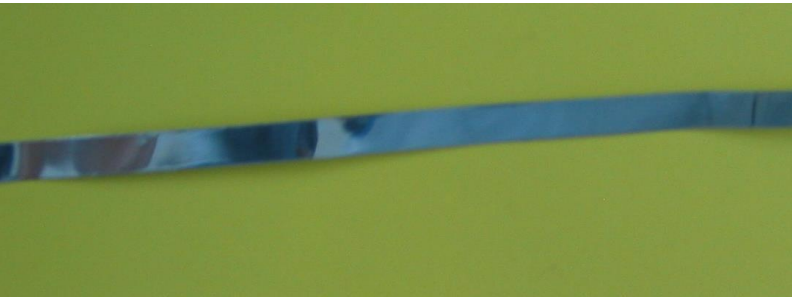
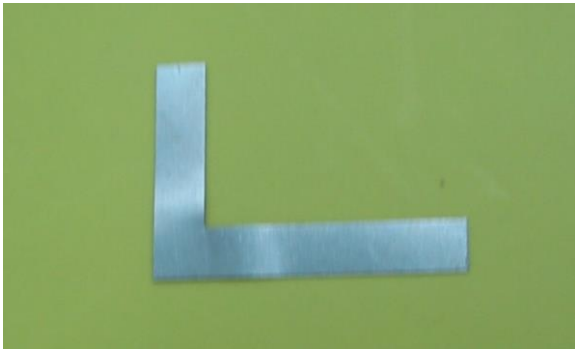
组装辅料

双面胶

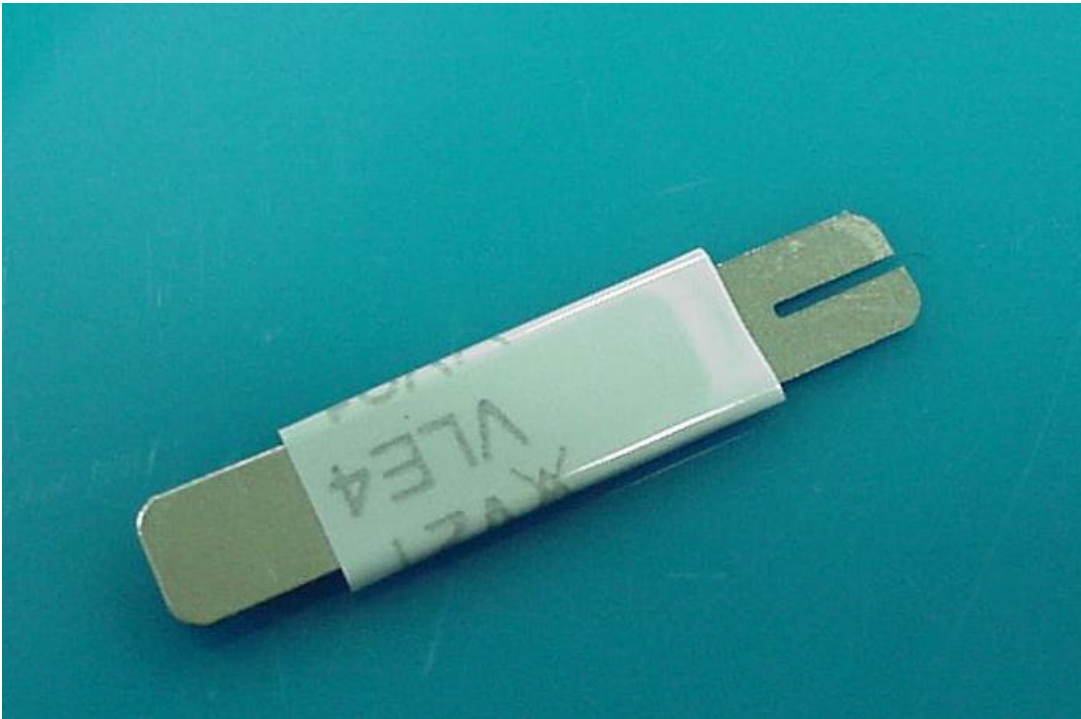
胶壳

粘结剂

连接金属片



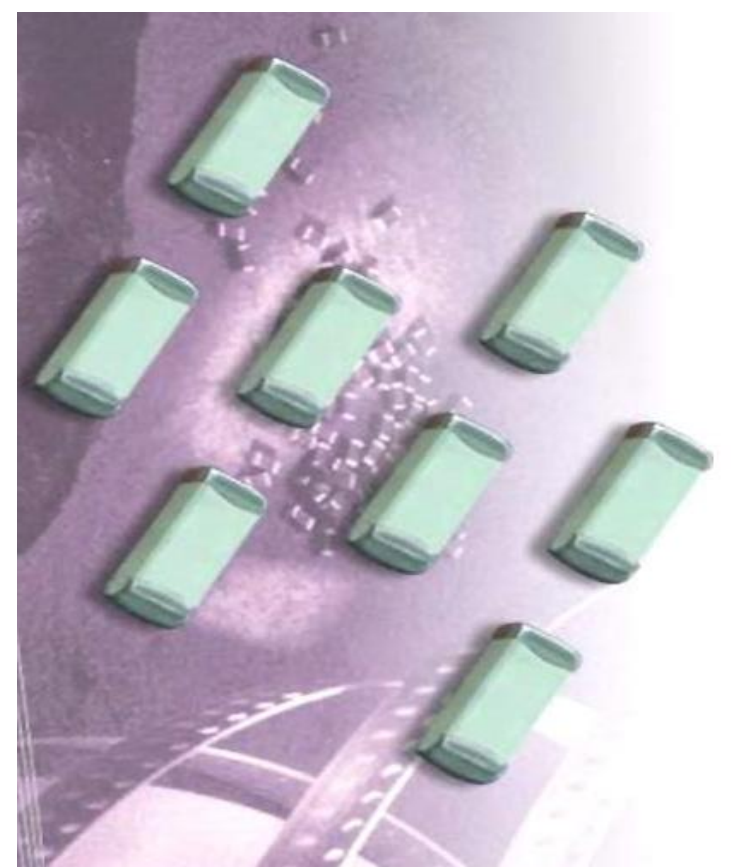
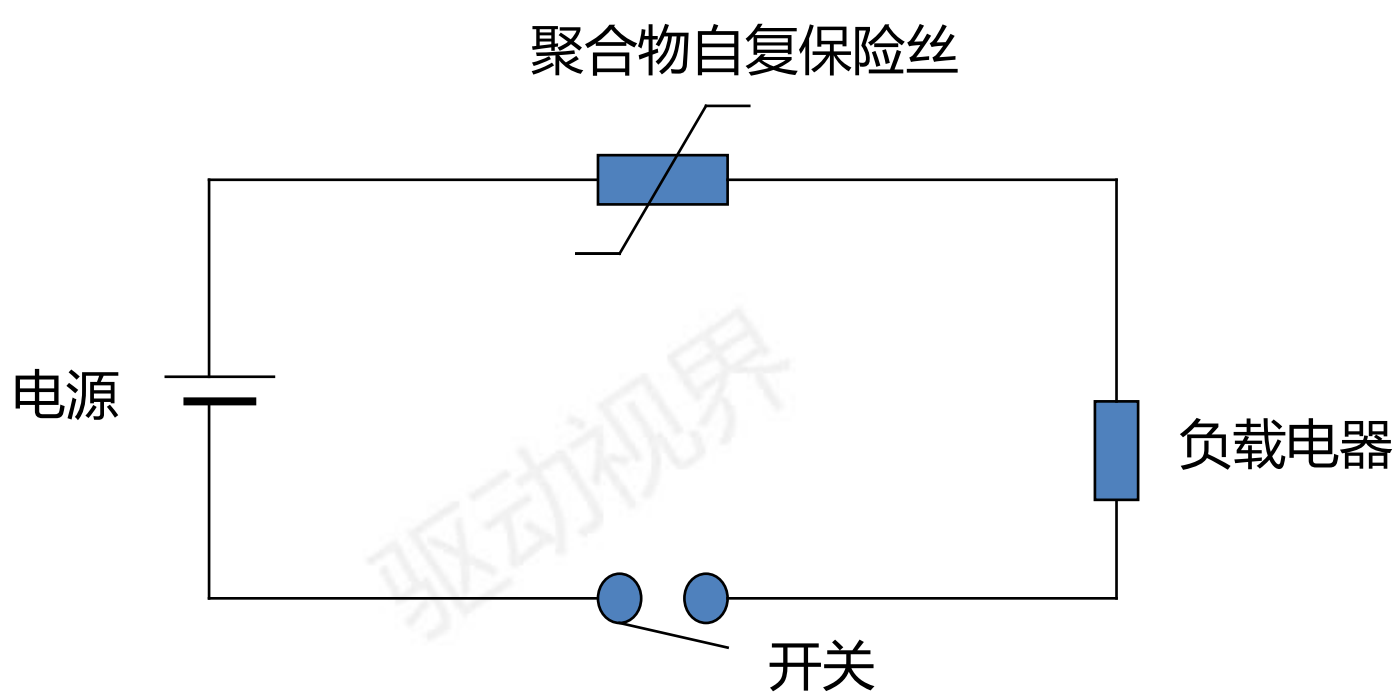
PTC、FUSE, PTC: 英文Positive Temperature Coefficient的缩写，意思是正温度系数。温度越大阻值会增加，冷却后恢复。



PTC

专业里面通常把正温度系数器件简称为PTC，电池产品里PTC可以防止电池高温放电和不安全的大电流的发生，根据电池的电压、电流密度特性和应用环境，对PTC有专门的要求。PTC是电池组件产品里一个非常重要的部件，对电池的安全担负着重要使命，它本身的性能和品质也是电池组性能和品质的一个重要因数。

电路中有过流发生时，流经聚合物自复保险丝的大电流产生的热量足以使聚合物树脂基体融化，体积膨胀，因而切断了导电粒子形成的链状导电通路，导致聚合物自复保险丝的阻抗迅速升高，而起到对电路的过流保护作用，故障排除后，树脂重新冷却结晶，体积收缩，导电粒子重新形成导电通路，器件恢复为低阻抗，因此有人称它为可恢复保险丝或自复保险丝。常串联于电路中。



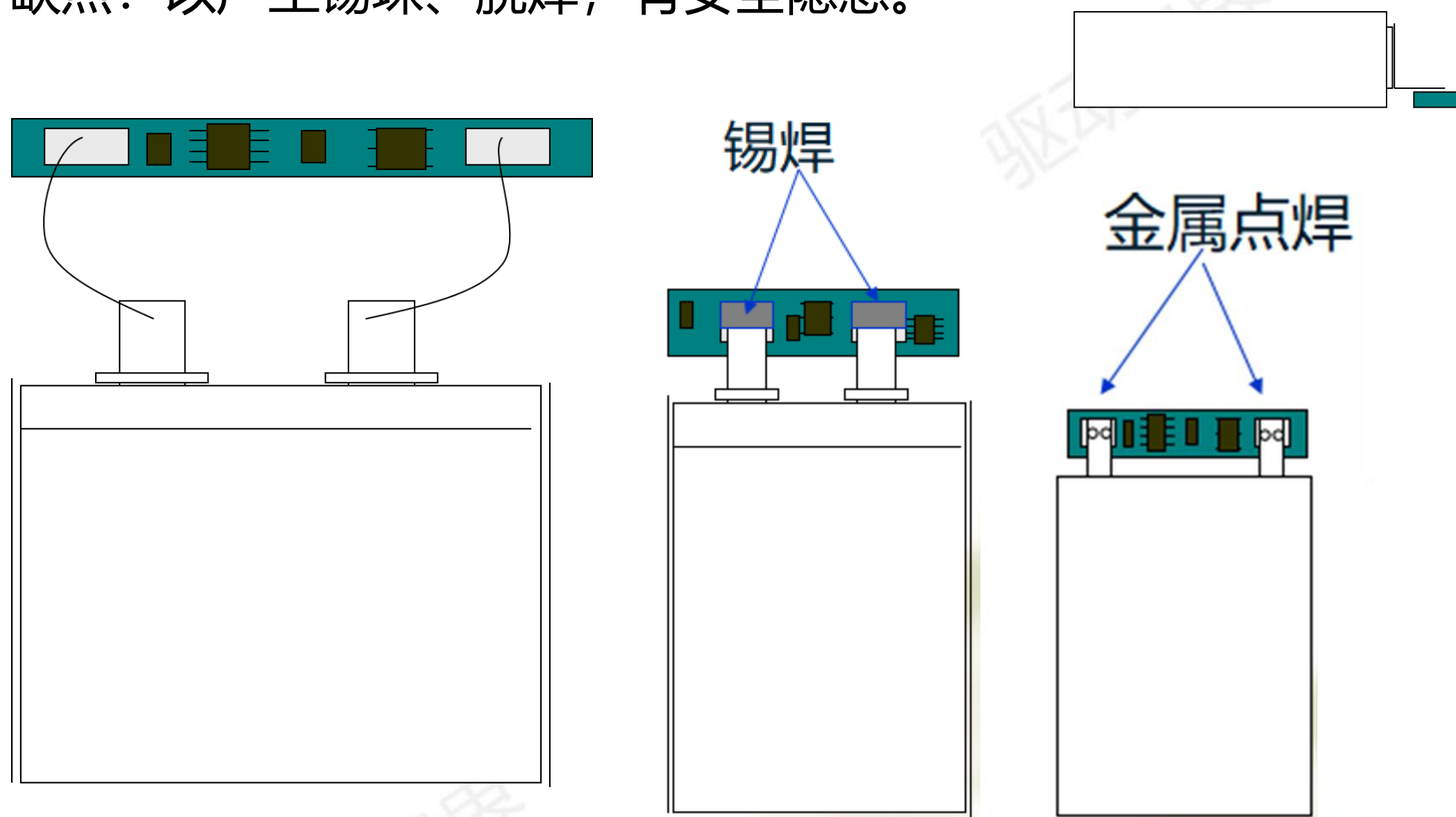
PTC、FUSE

FUSE：熔断或保险丝，短路时熔断，不可恢复

3 电池pack工艺

连接工艺：随着PACK工艺的不断发展，连接方式不断改进：从原来导线锡焊工艺到镍片锡焊工艺，从镍片锡焊工艺到镍片点焊（电阻焊）工艺，镍片点焊（电阻焊）工艺到激光点焊工艺；

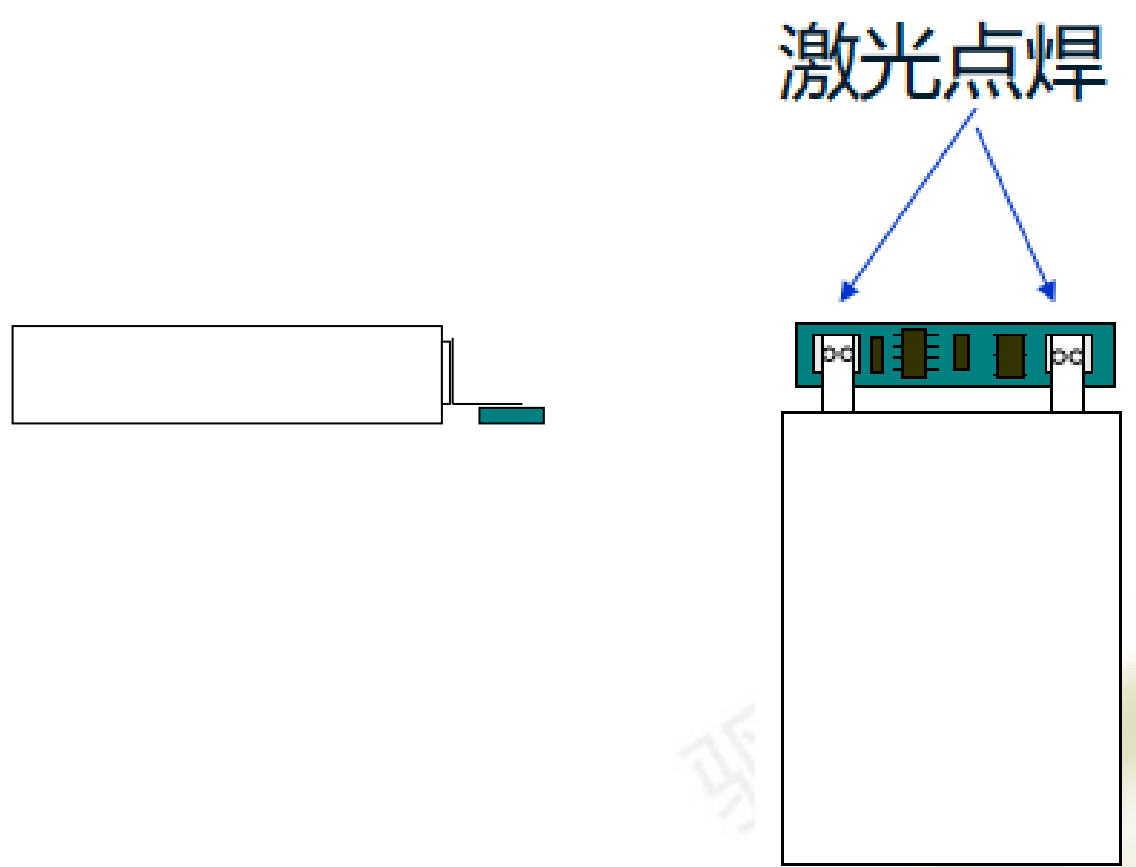
导线锡焊工艺：电芯、保护板通过导线锡焊连接，然后装配胶壳，
缺点：以产生锡珠、脱焊，有安全隐患。



镍片锡焊工艺：电芯、保护板通过镍片锡焊连接，然后装配胶壳。
缺点：以产生锡珠、脱焊，有安全隐患。

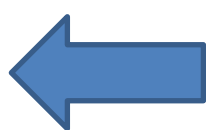
镍片点焊工艺：电芯、保护板通过镍片金属点焊连接，然后装配胶壳。
缺点：对产品设计及工艺要求较高。优点：产品稳定、可靠，一致性好。

激光点焊工艺：电芯、保护板通过镍片金属点焊连接，然后装配胶壳。缺点：对产品设计及工艺要求非常高，优点：产品稳定、可靠，一致性好。



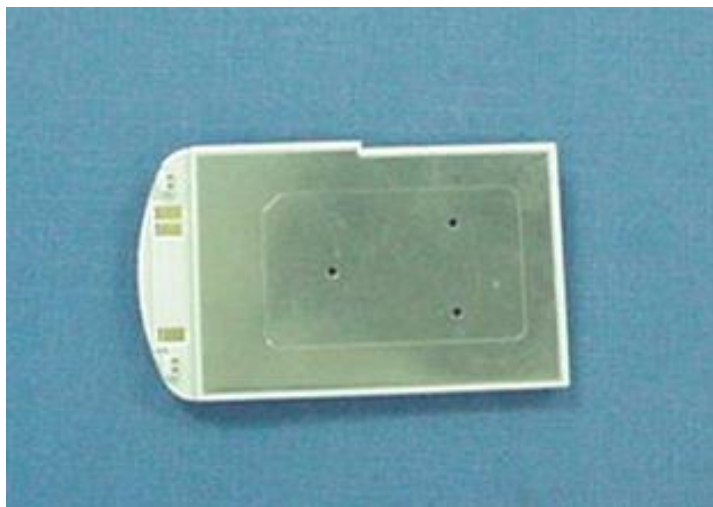
封装工艺：

卡扣（扣合式）封装-塑焊封装-胶框封装、注塑封装

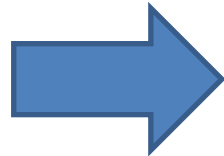


卡扣装配工艺，工艺特点：一致性较差，尺寸难控制，缝隙、变形是此工艺的最大难点，成本高。

超声波塑焊工艺



一致性较好，缝隙、变形较好控制，美观，但成本较高

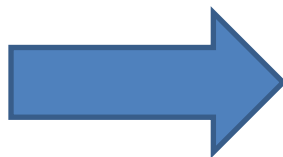


注塑工艺



一致性好，无缝隙、变形等控制难点，美观，尺寸小，容量高，且工艺成本低

注塑

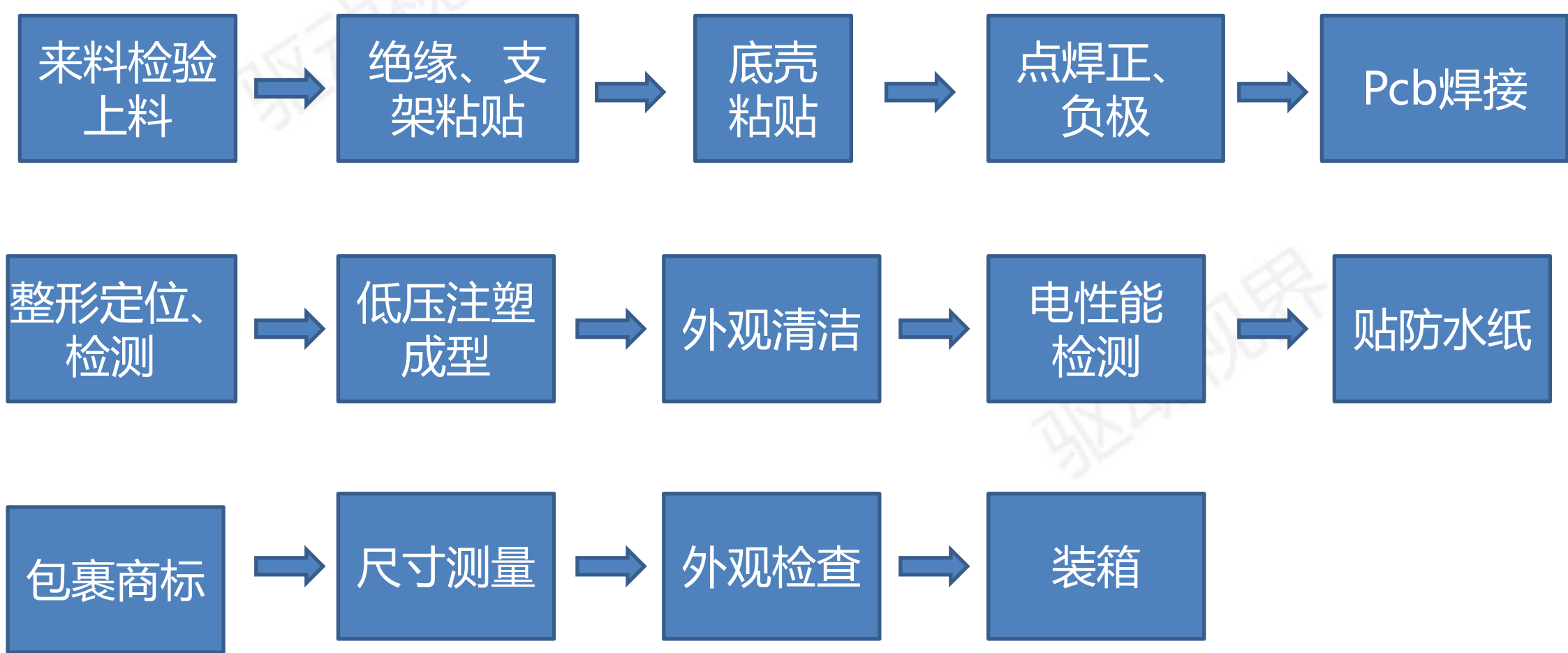


结构：外置式-内置式



4、电池pack生产工艺流程

注塑结构生产工艺流程



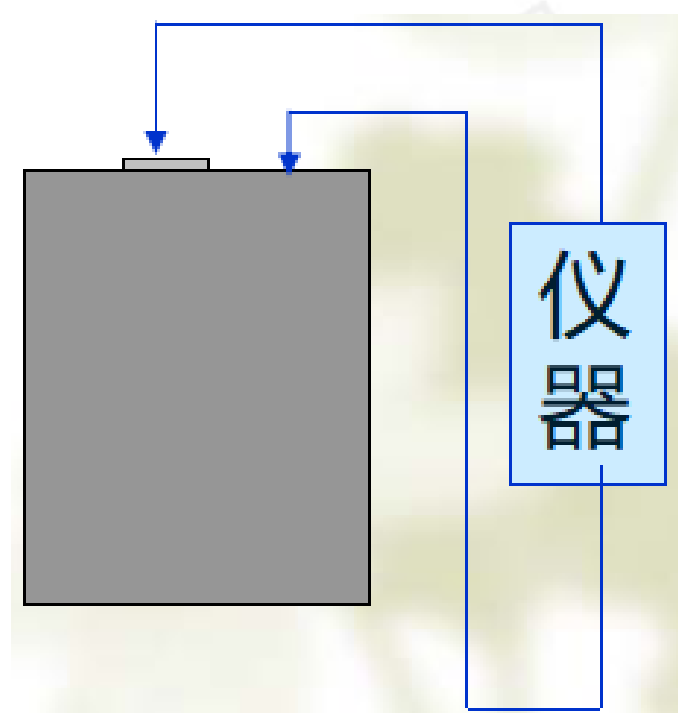
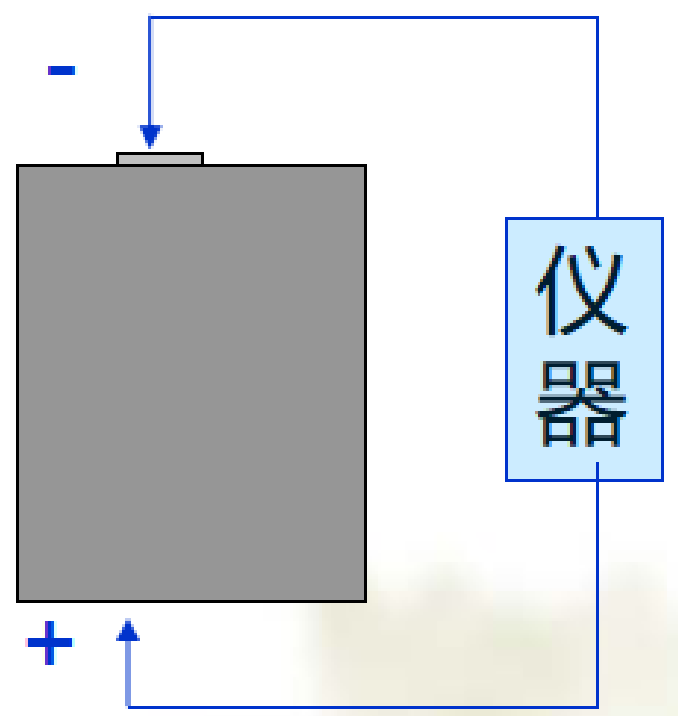
来料检验上料

电芯测试：电压、内阻、尺寸

使用工具设备：

A、电压、内阻：内阻测试仪

B、尺寸：通规、数显卡尺



绝缘、支架粘贴，底壳粘贴

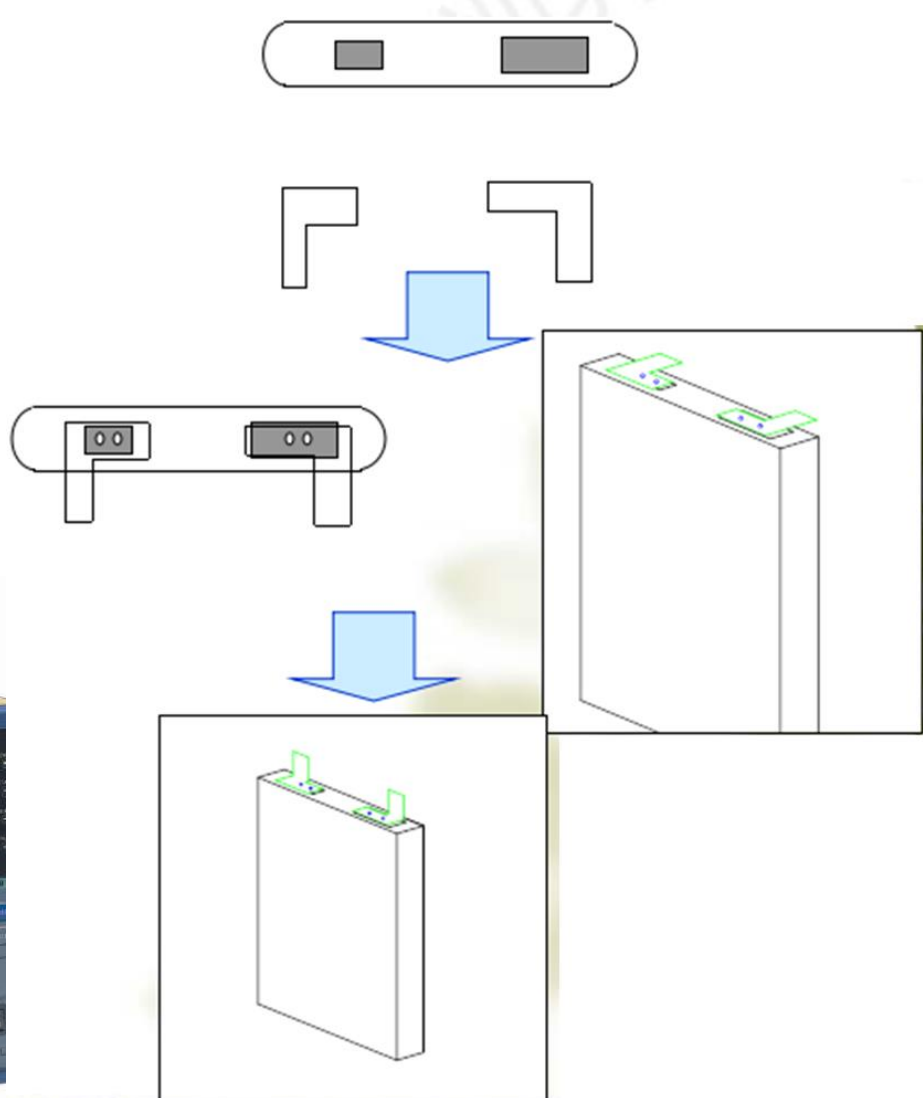


点焊正、负极

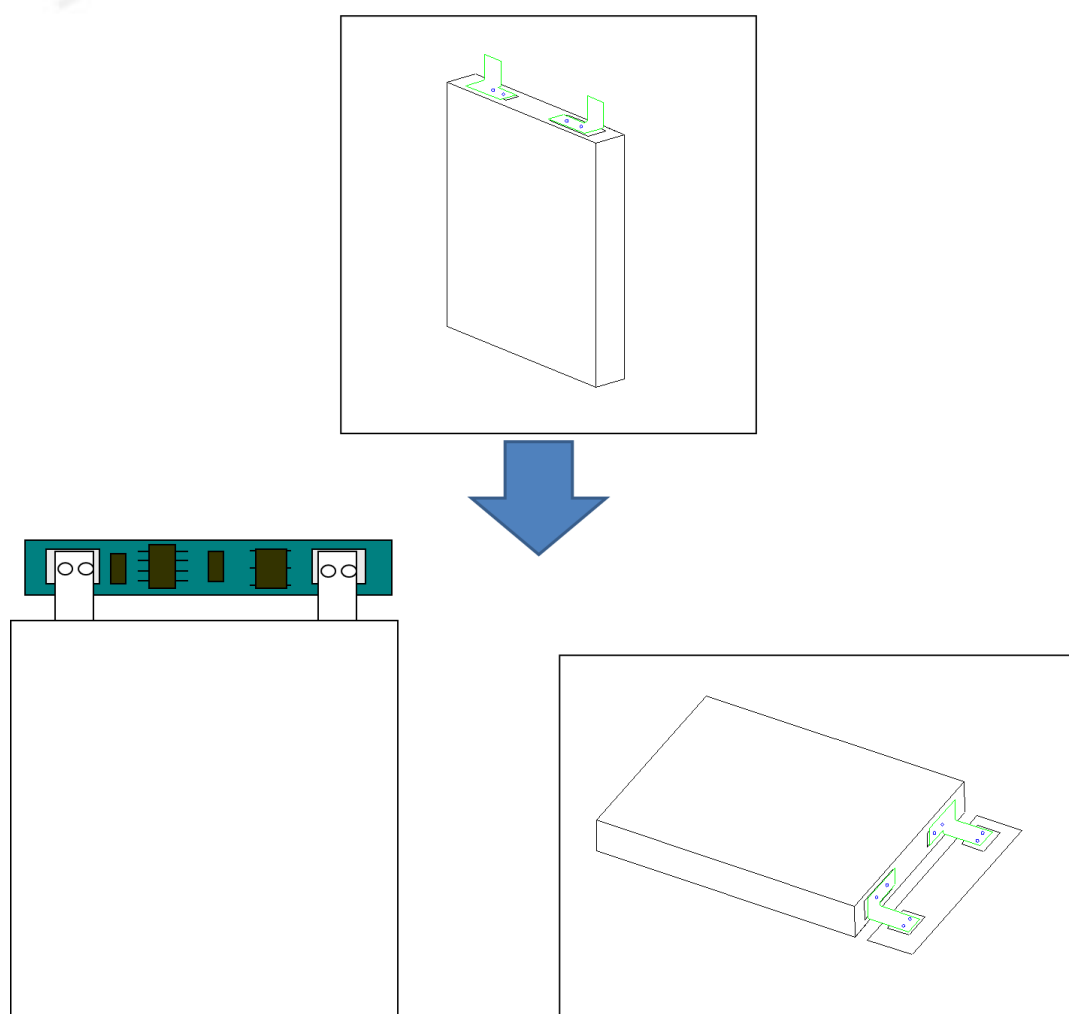
使用设备：金属点焊机

使用工具、耗材：

点焊夹具、焊极



点焊PCB板，使用设备：金属点焊机。使用工具、耗材：点焊夹具、焊极。



点焊PCB板应注意：

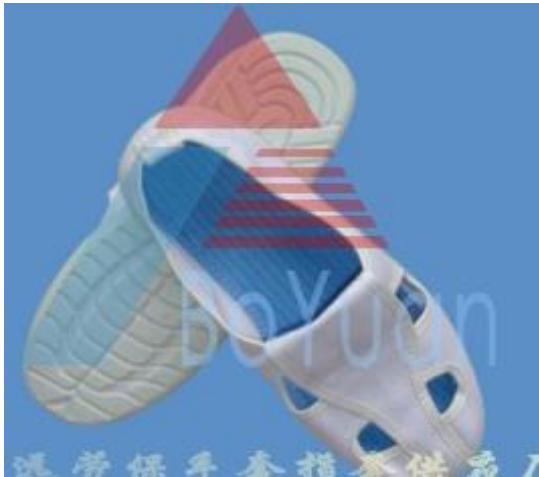
C-MOS IC 工作反应时间快，但是容易被人体；夹具，工具，设备；及包装材料上所携带的静电损坏，所以在操作时要求对操作者；夹具，工具，设备实施防静电

措施：设备接地、带静电手腕、穿着防静电工衣、工鞋、工帽等

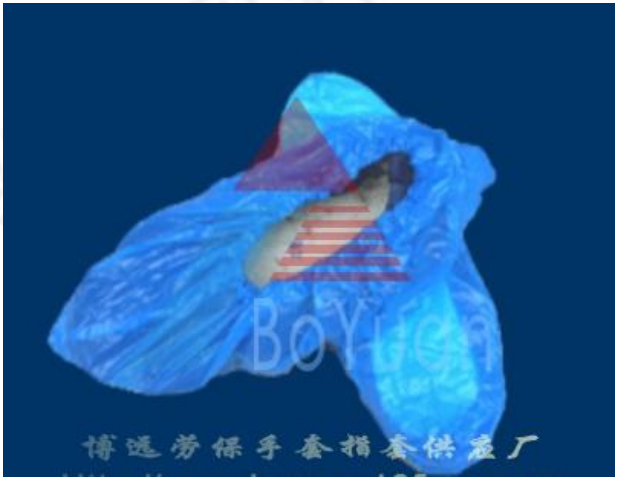
防静电措施：



防静电工衣



防静电工鞋



防静电鞋套

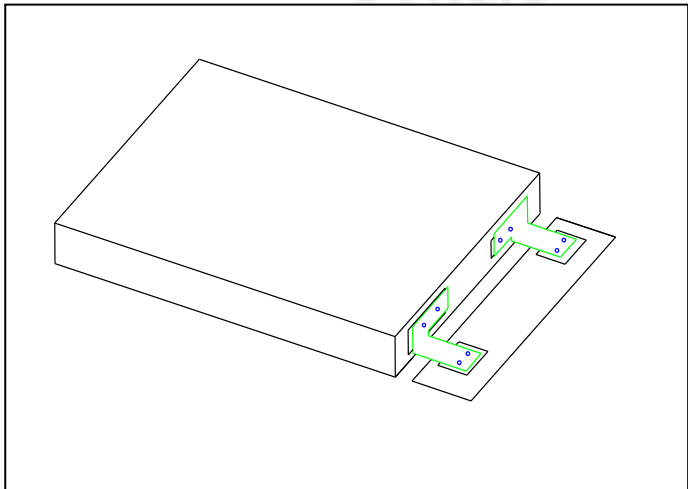
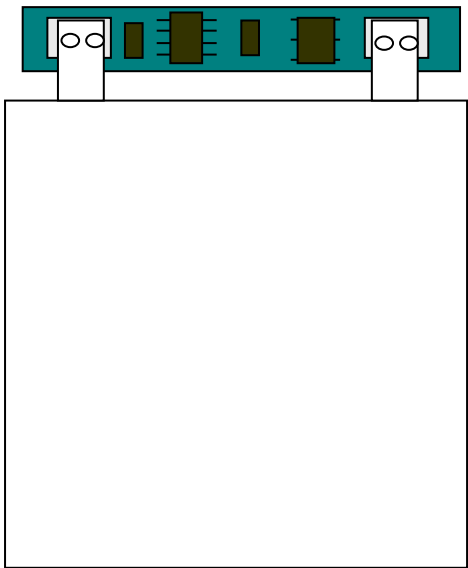


防静电帽

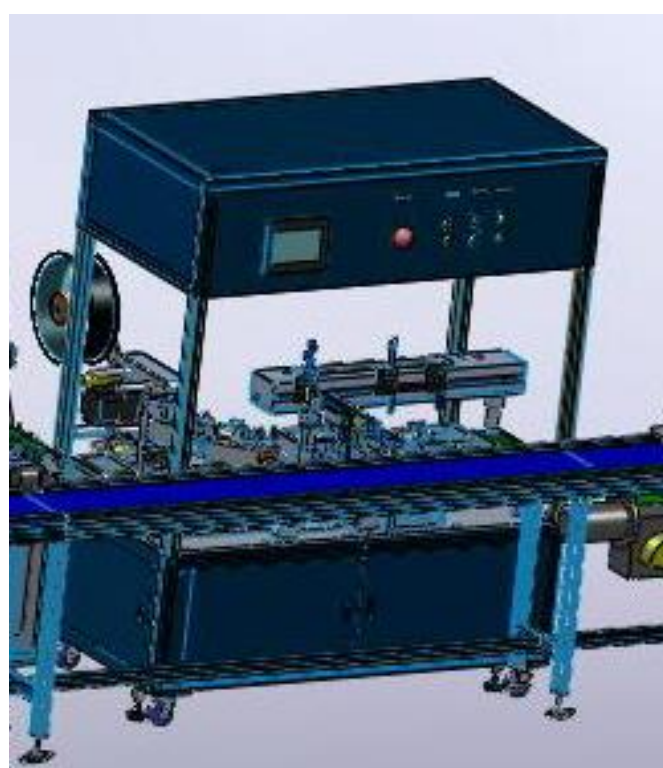
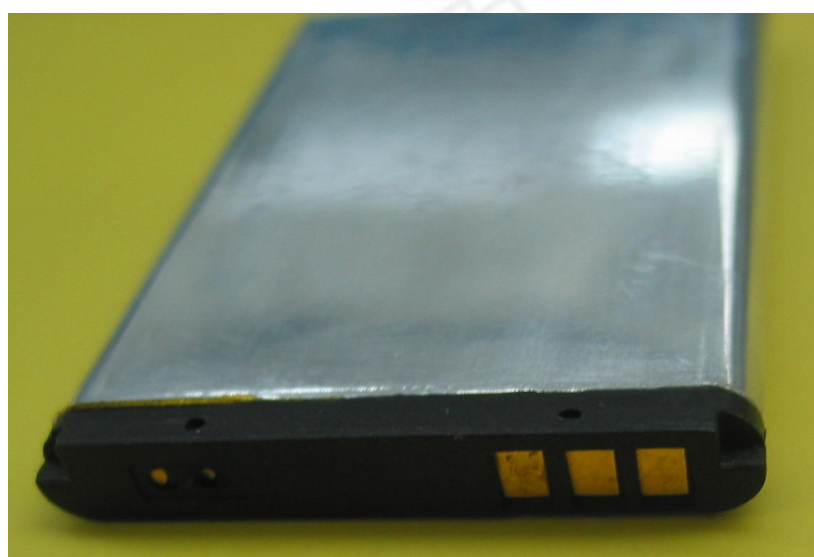


防静电手腕

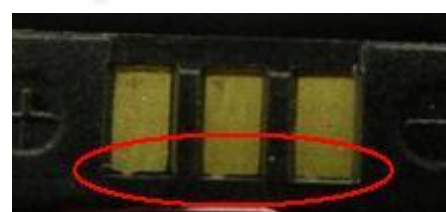
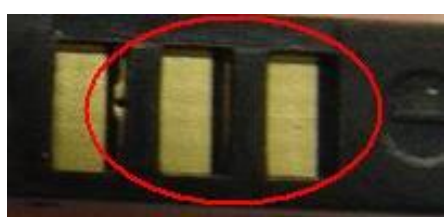
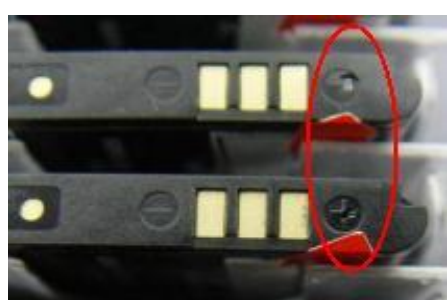
整形检测，使用设备：测试仪，使用工具：测试夹具。



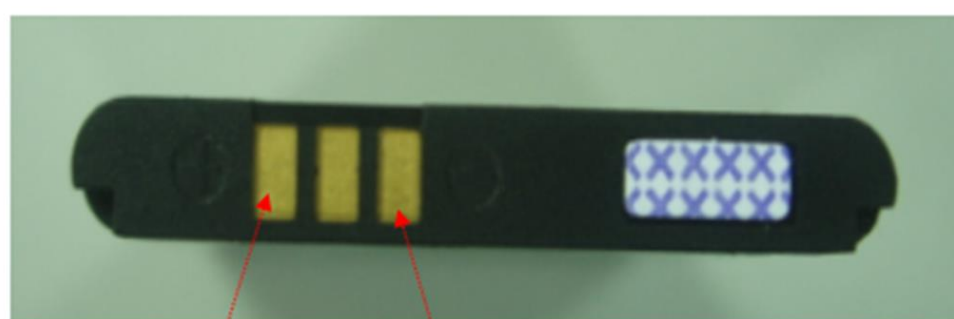
低压注塑成型，使用设备：低压注塑机。使用工具：注塑模具



外观、清洁：检查注塑后电池外观，清除油污。使用工具：碎布



电性能检测，使用设备：电池性能检测柜。使用工具：测试工装。



测试端口：P+、P-

贴防水纸，使用工具：镊子

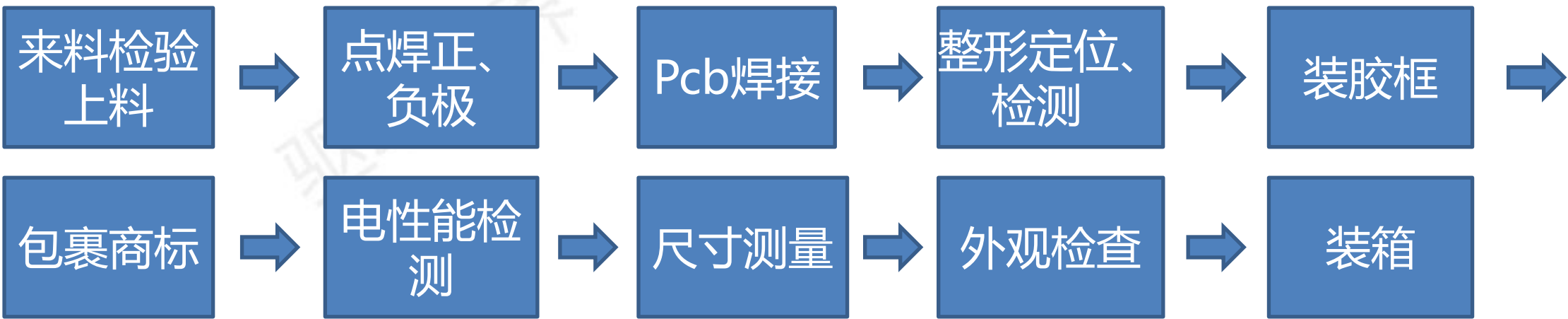


包裹商标，使用工具：夹具，常规作业要求：无气泡、接口处错位低于0.05mm、电芯无外露、商标无起皱纹、凸点。

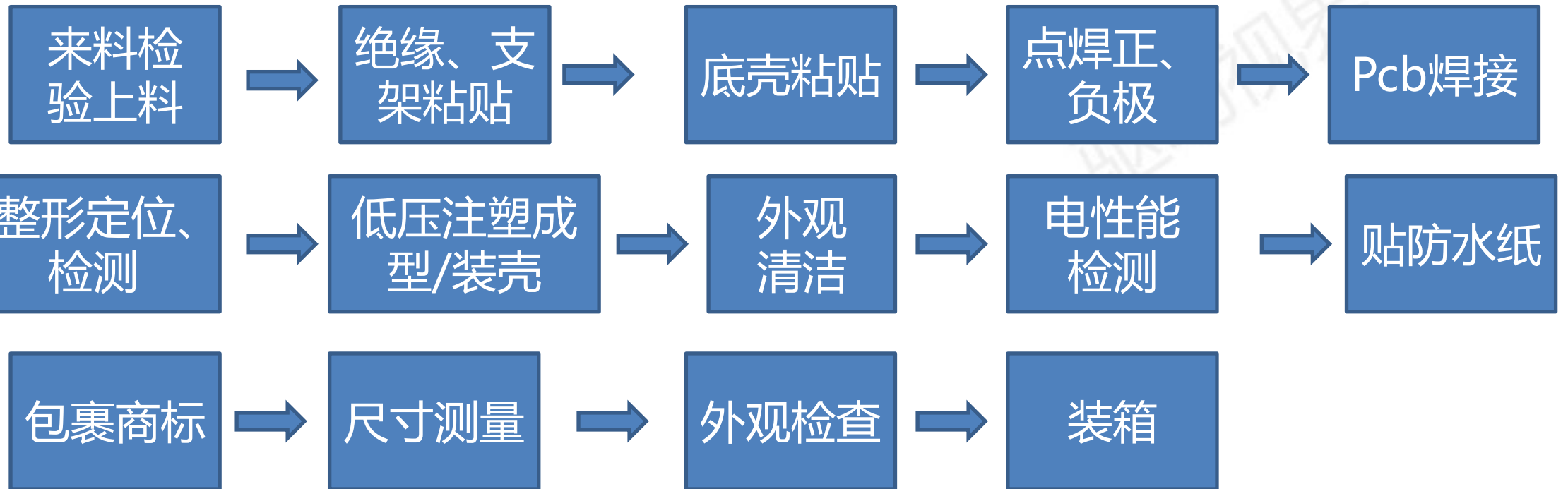
电性能检测项目

- 1) 短路保护功能：通过测试仪检测保护电路板在短路状态有无保护功能；
- 2) 充放电功能：通过测试仪检测保护电路板充放电功能是否正常；
- 3) 内阻测试：通过测试仪检测成品电池内阻是否符合产品要求；
- 4) 电压：检测成品电池空载、负载电压是否符合产品要求，其中负载电压是在电池正负极两端加负载电阻、模拟电池的工作状态；
- 5) ID或NTC：ID电阻是手机与电池互相识别、辨认的电阻，如电池ID电阻错误，在装机后，手机无法识别时，手机会判定该电池无效，致使手机不能开机；NTC电阻是电池在充电时电池内部温度会随着电芯电压的不官升高而升高，当电芯电压值达到电芯容量上限时，NTC电阻会发送充电停信号，关断电池充电路，以保护电芯因过充而损坏。

普通封装结构生产工艺流程



对比：



生产过程中常见的性能不良现象

1) 电压低：电池出厂电压一般要求在3.8伏以上，但由于过程作业，来料异常有可能会出现电芯电压低的现象，具体值须根据作业要求来判断：A开路电压低，B负载电压低。

2) 短路保护不良

3) 充电不良

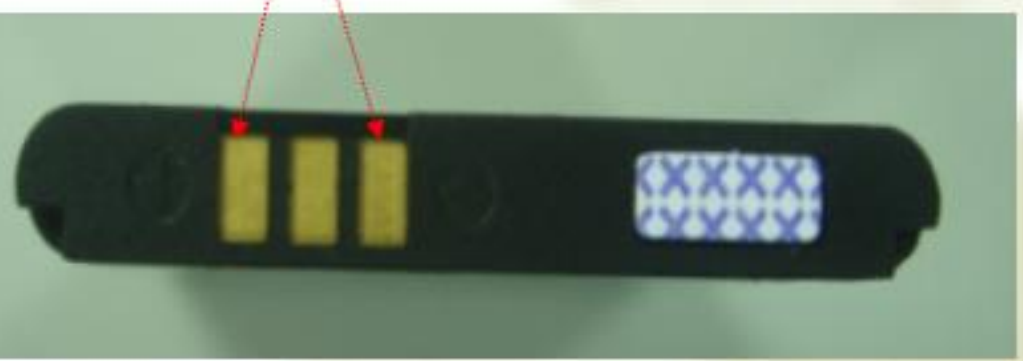
4) 放电不良

5) 内阻不良

6) 识别电阻不良 (ID/NTC) 等

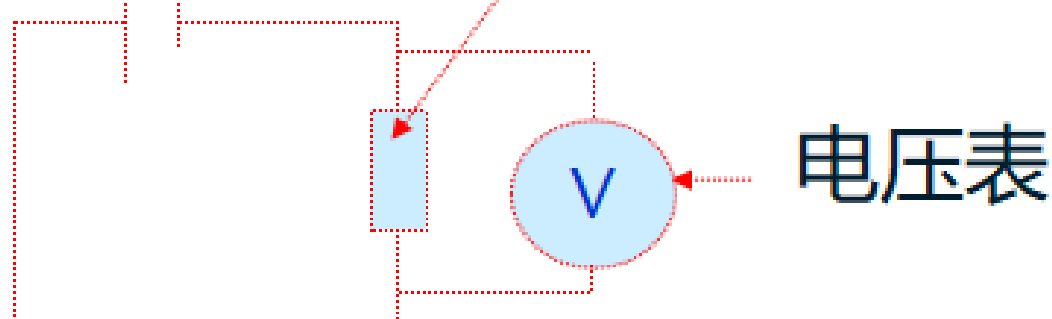
需要专用的成品电池检测柜来测试

P+、P-端电压



电池

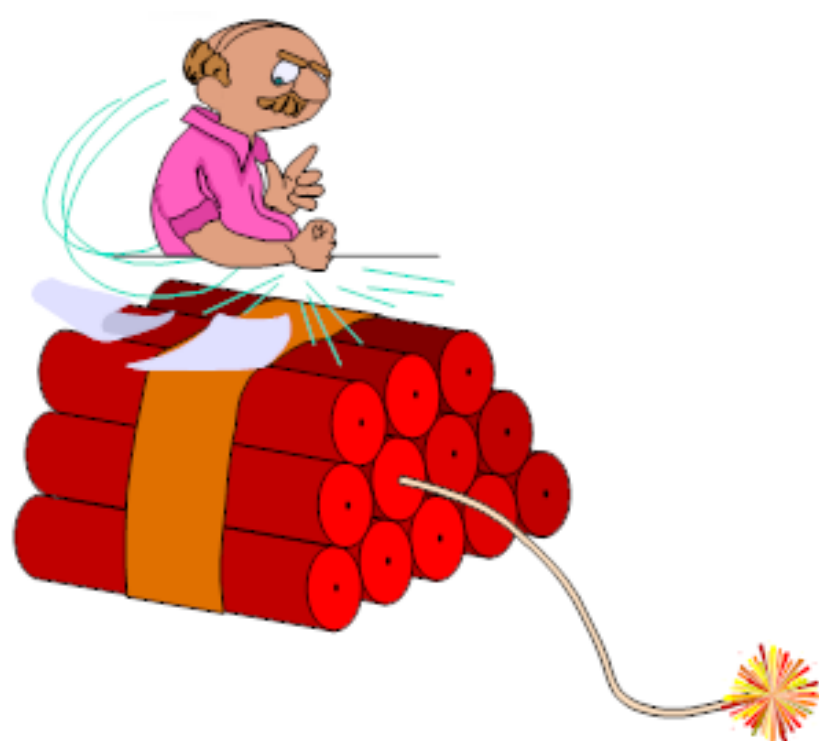
负载



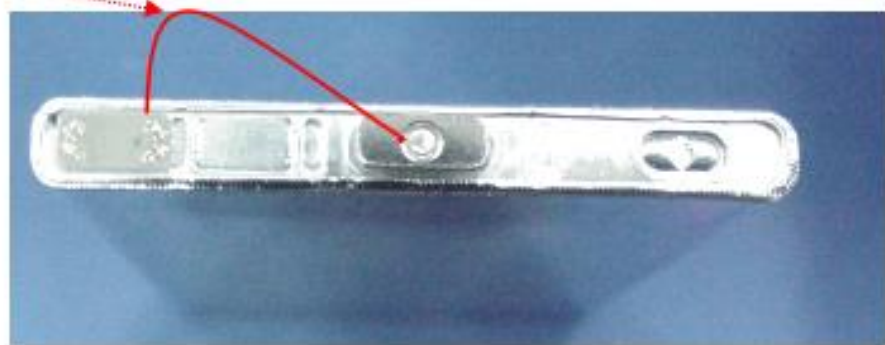
电压表

生产中产品防护

短路、挤压、高温、碰撞有可能导致电池发生爆炸



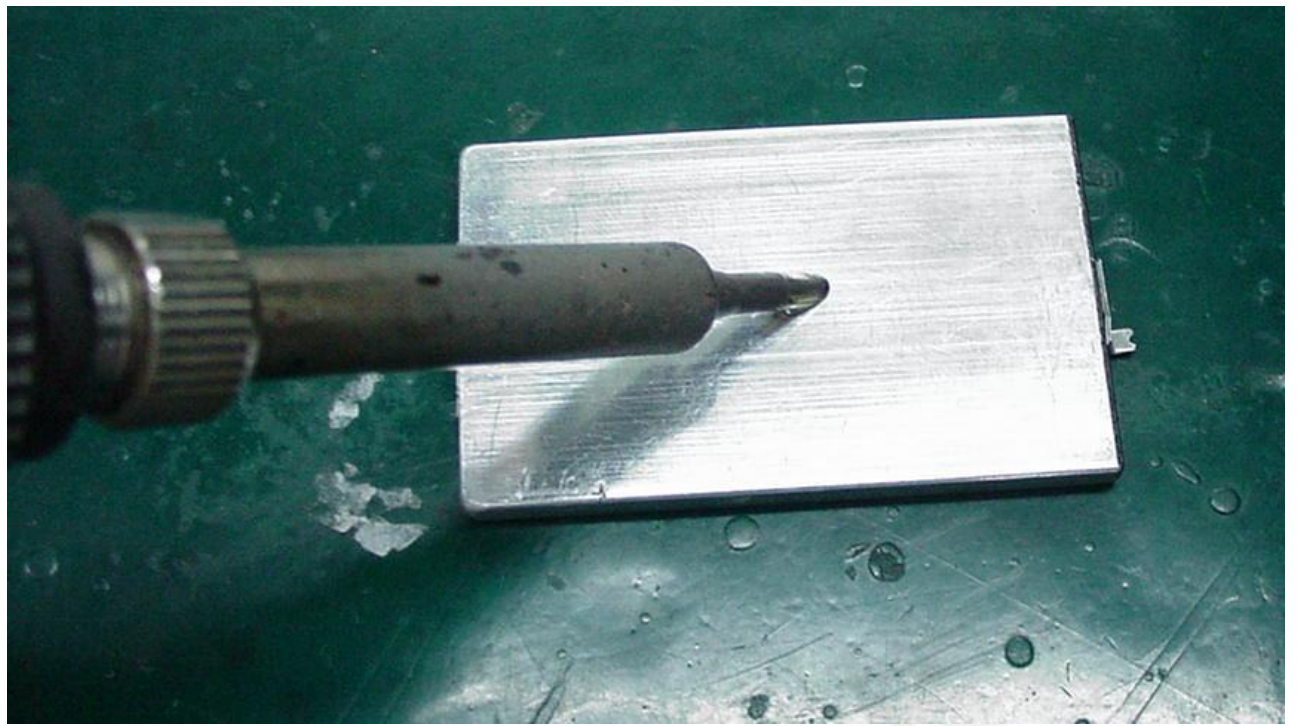
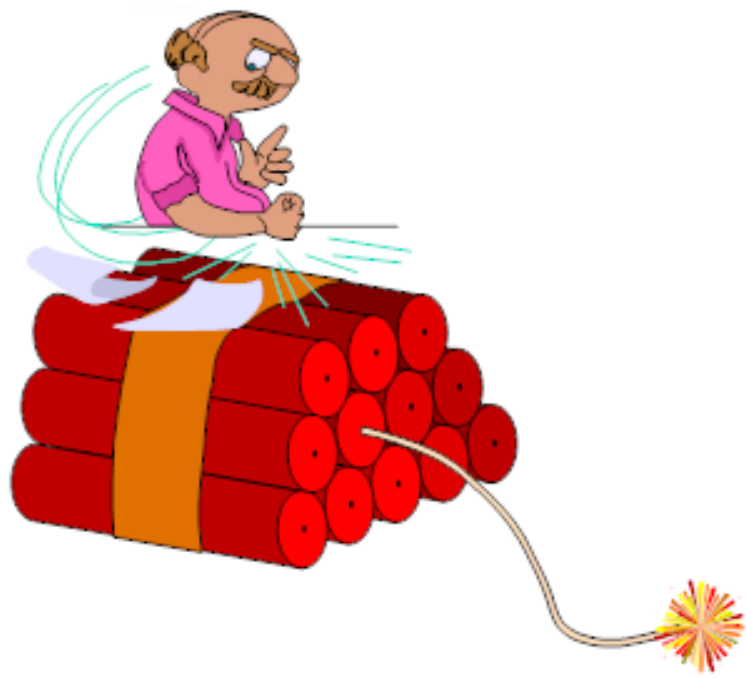
正负极接触会短路



防护

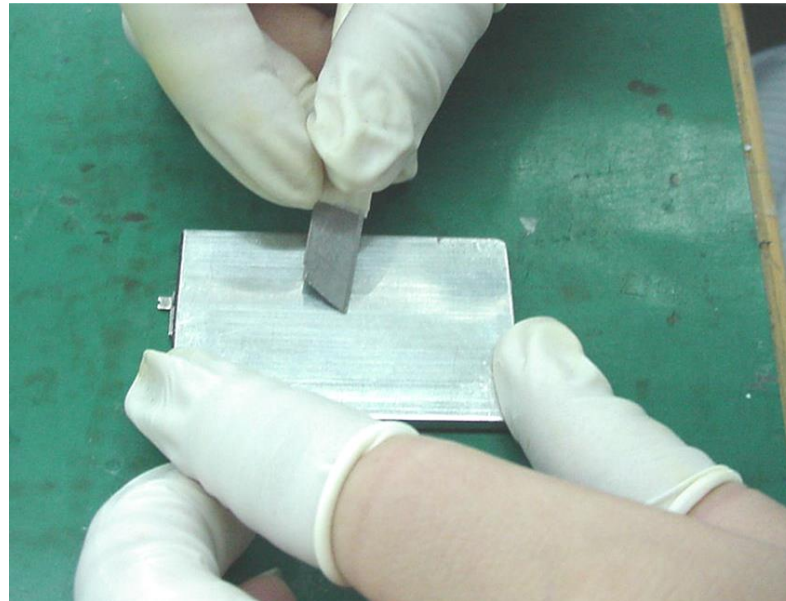
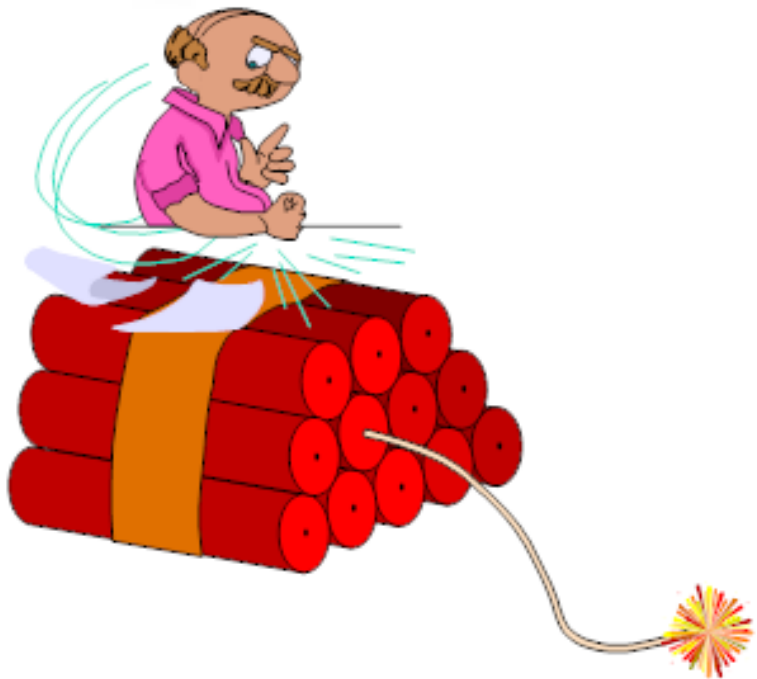


短路、挤压、高温、碰撞有可能导致电池发生爆炸



电芯严禁加热

短路、挤压、高温、碰撞有可能导致电池发生爆炸



电芯严禁用刀， 硬金属;硬物刮压， 特别是软包电池

5 车用动力电池现状

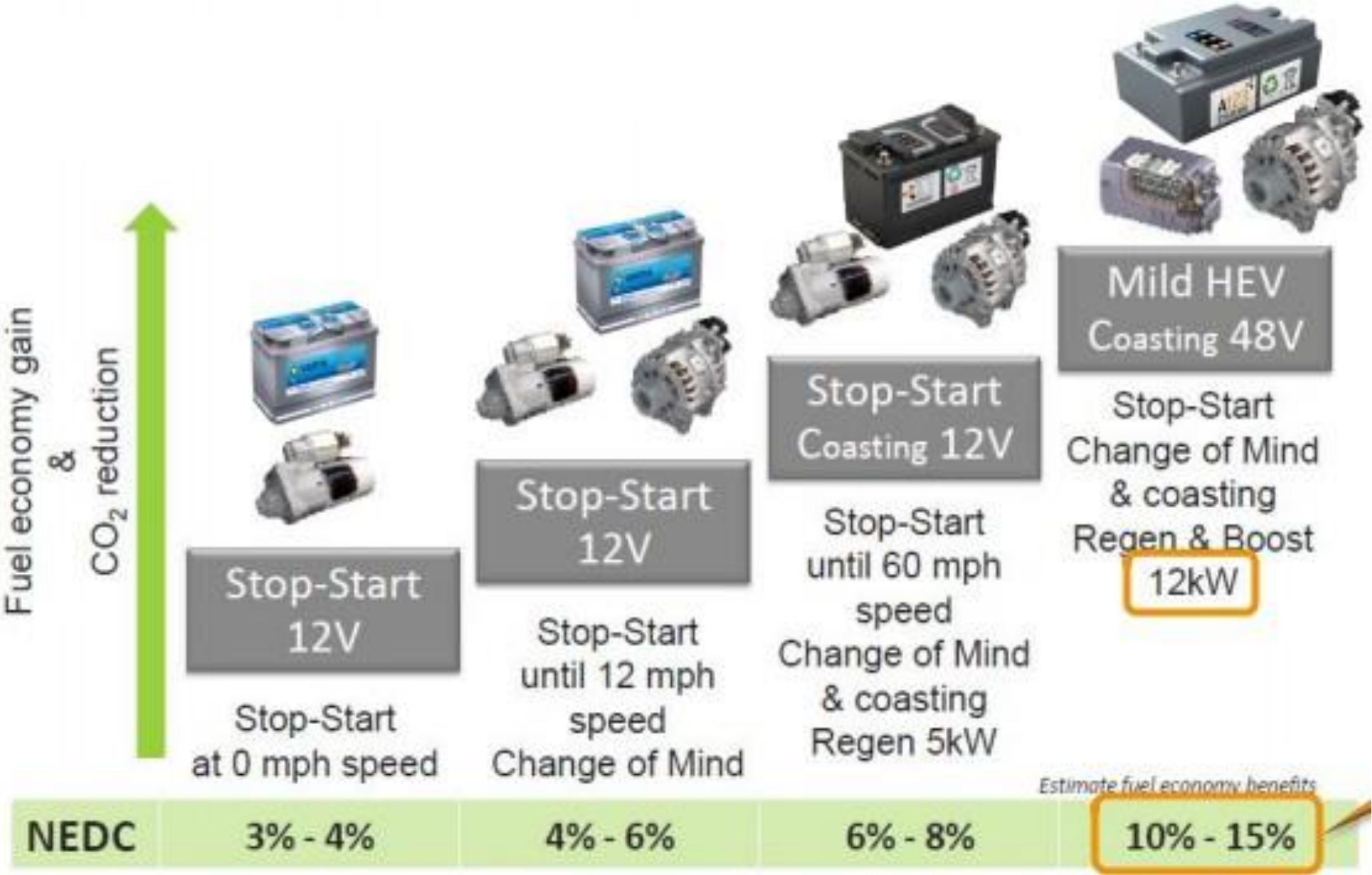
动力电池包类别

不同类型动力电池系统对比

类型	电量 (kWh)	电压 (V)	充/放电功率 (kW)	电池功能
48V	0.3 ~ 1.2	48	5 ~ 15	自动启停、制动能量回收、扭力 辅助、空调压缩机供电、座椅加 热、视镜加热
HEV	1 ~ 5	100 ~ 300	20 ~ 40	制动能量回收、辅助驱动、纯电 驱动、驱 动空调压缩机、给12V电 池系统充电
PHEV	5 ~ 30	300 ~ 400	40 ~ 60	能量回收、纯电驱动、辅助驱动
EV	30 ~ 150	300 ~ 400	60 ~ 100	能量回收、纯电驱动

(2) 动力电池包类别

48V动力电池系统



轻混（Mild Hybrid）车用动力电池系统

自动启停、空调压缩机、再生制动、座椅加热、前后视镜加热等；
提高燃油效率15%；节能技术路线；代替传统12V铅酸电池模块；



Specification	Unit	Performance
Pack Configuration	-	14s1p
Chemistry	-	UltraPhosphate
Capacity	Ah	8
Minimum Voltage*	V	24
Nominal Voltage	V	46
Maximum Voltage*	V	54
SOC Range	%	30 - 80
10s Discharge @25°C, BOL, 50% SOC	kW	15
60s Discharge @25°C, BOL, 50% SOC	kW	7.5
10s Charge @ 25°C, BOL, 50% SOC	kW	16
60s Charge @ 25°C, BOL, 50% SOC	kW	9
Usable Energy BOL @ 25°C	Wh	> 180
Mass	kg	8
Communication Protocol		CAN
Length x width x height	mm	304 x 108 x 95

材料体系：LFP/NCM

电量 kWh：0.3-1.2（50%可用）

容量 Ah： 6, 8, 12, 16,

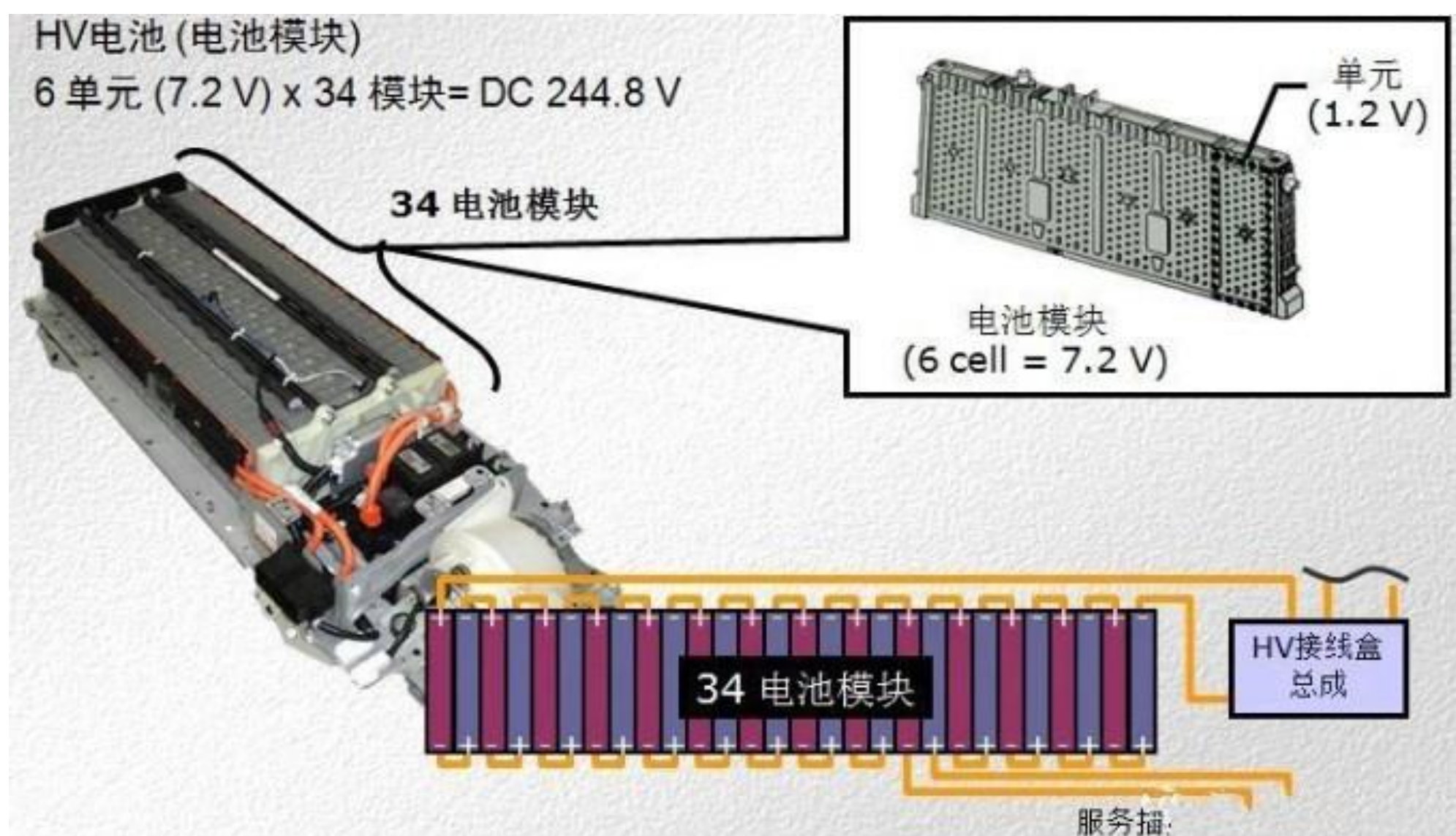
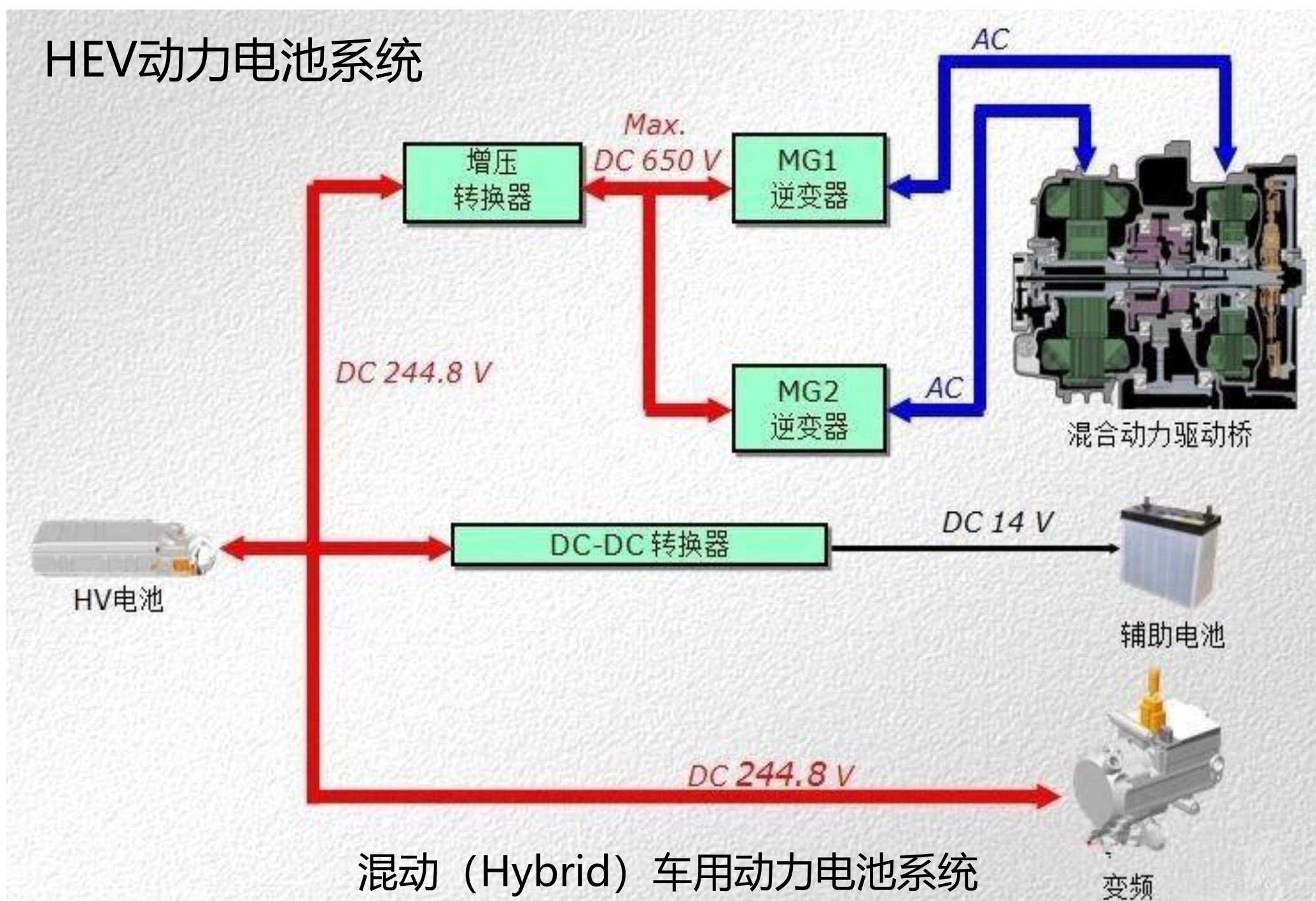
25 电压V： 24~54

充/放电功率 kW：16/15（10s）

功率密度 kW/kg：2

▣ 辅助驱动车辆、给12V电池系统充电、驱动空调压缩机

HEV动力电池系统



Camry Hybrid电池系统参数:

材料体系: 镍氢 锂离子NCM

电量 kWh: 1.6 1

容量 Ah: 6.5 4

电压 V: 244.8 (单体1.2) 259 (单体3.7)

PHEV动力电池系统

宝马X5 PHEV:



v3.0
(9.2kWh, 96s)



v4.0
(12kWh, 96s)



v5.0
(24kWh, 96s)

Technical data	G30 PHEV (SP06)	G30 PHEV (SP41)
Voltage	351.4 V (nominal voltage) Min. 269 V – Max. 398 V (voltage range)	355 V (nominal voltage) Min. 269 V – Max. 403 V (voltage range)
Battery cells	Lithium-ion	Lithium-ion
Number of battery cells	96 in series	96 in series
Number of cell modules	6	6
Cell voltage	3.66 V	3.70 V
Capacitance	26 Ah	34 Ah
Storable amount of energy	9.2 kWh	12 kWh
Usable energy	7.4 kWh	10.4 kWh
Max. power (discharge)	83 kW (short-term)	83 kW (short-term)
Maximum power (AC charging)	3.7 kW	3.7 kW
Weight	248 lbs (without retaining brackets)	261 lbs (without retaining brackets)
Dimensions	541 mm x 1134 mm x 271 mm	541 mm x 1134 mm x 271 mm
Cooling system	Refrigerant R1234yf	Refrigerant R1234yf

v5.0

354V

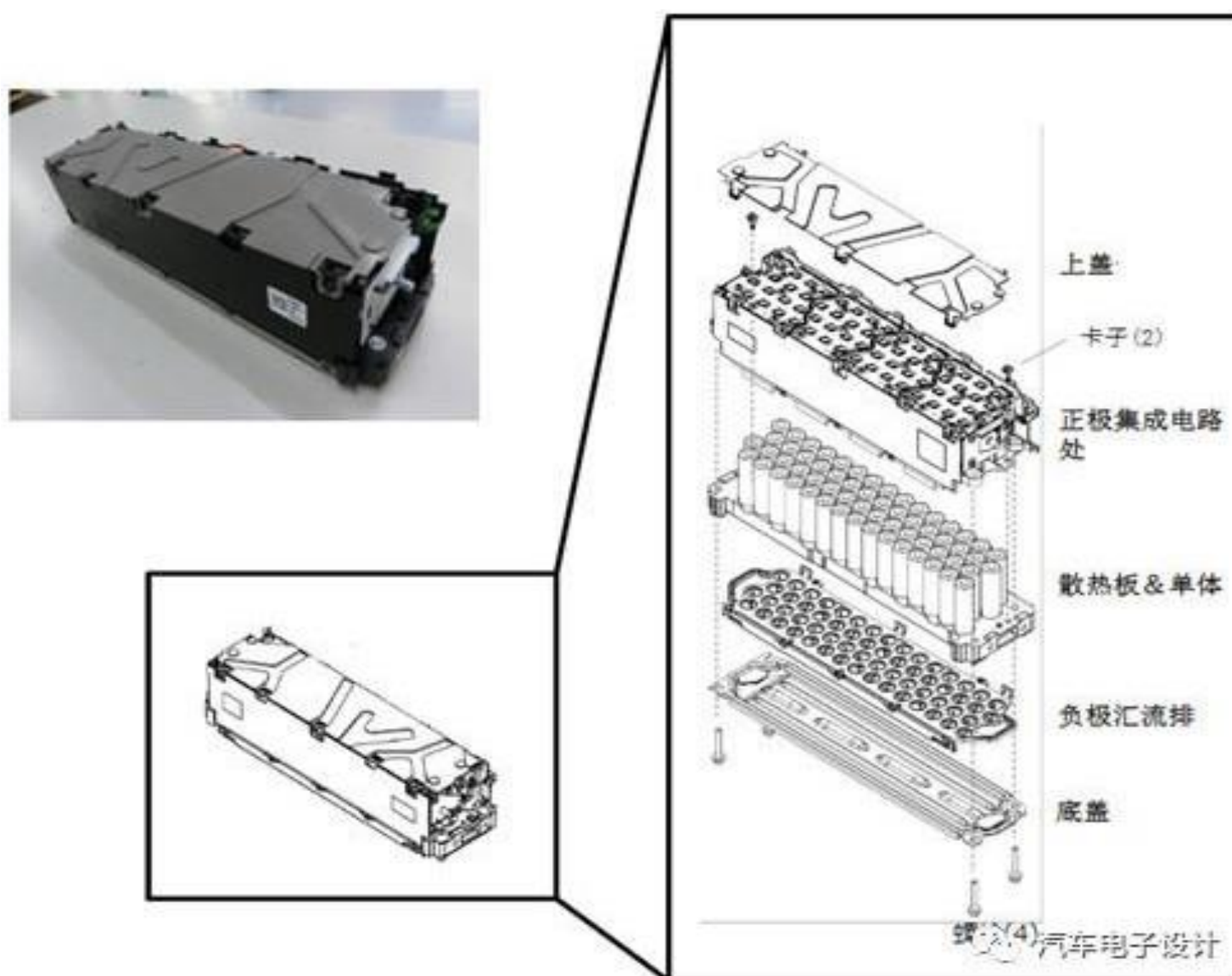
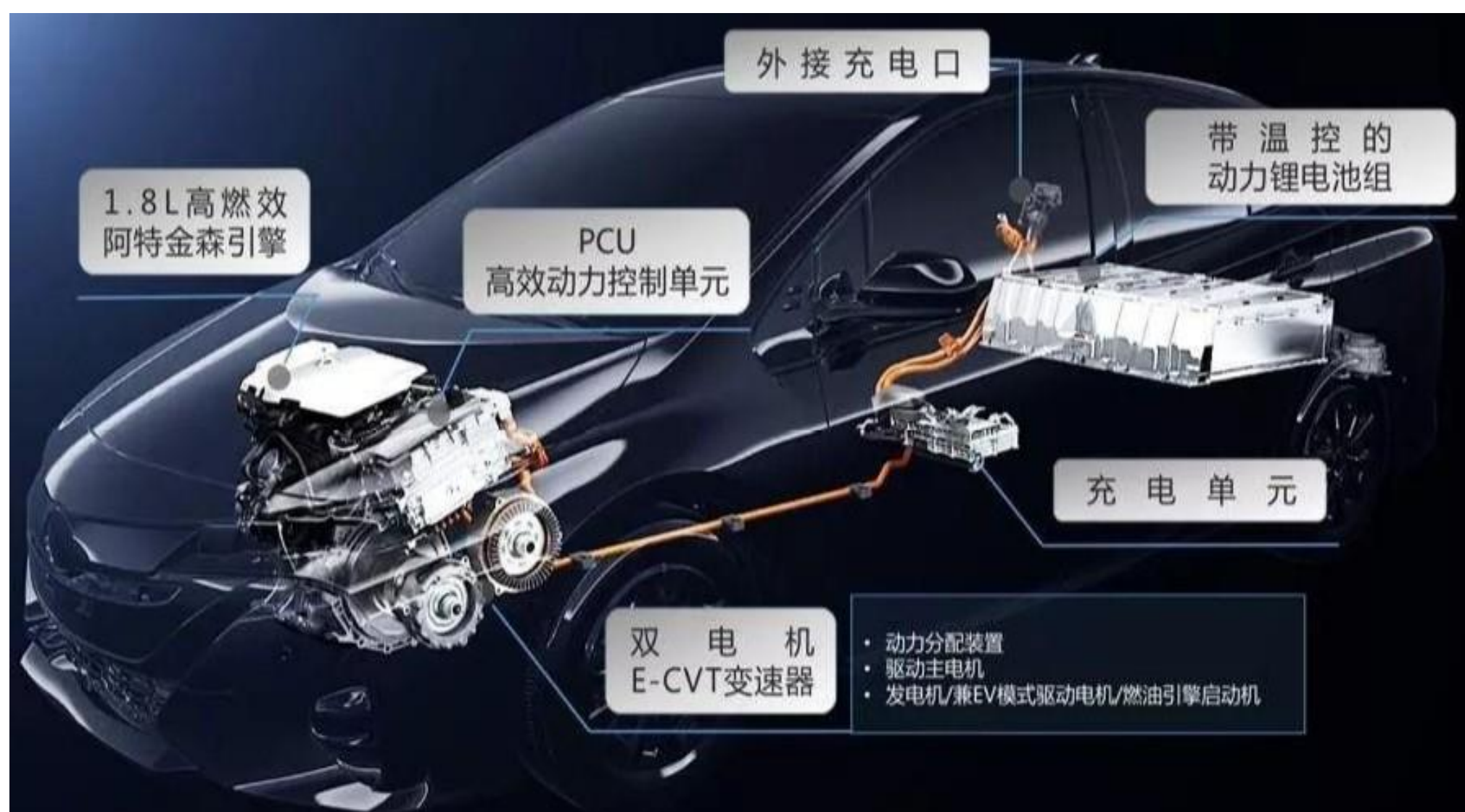
96s2p
12

3.7V

34Ah

24kWh

卡罗拉/雷凌 PHEV

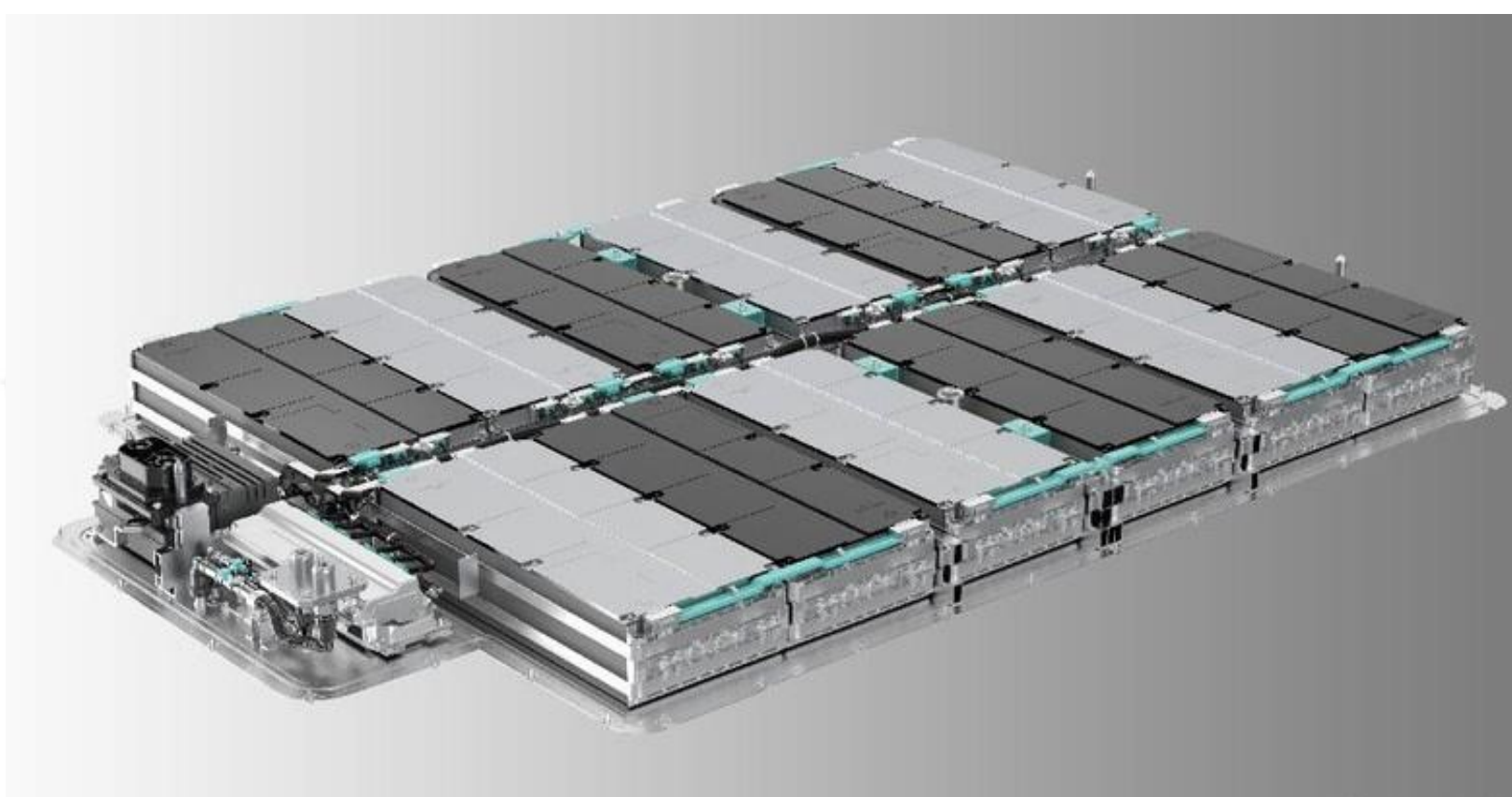


卡罗拉/雷凌PHEV电池系统参数：

电芯参数：材料体系：NCR 结构；类型：圆柱18650；容量Ah： 2
电压V： 3.7；尺寸 mm： φ18*65。

Pack参数：模组方案： 60个电芯， 4s15p ； 模组容量： 30Ah；
模组电压： 14.8 V； Pack方案： 20个模组， 20s1p~ 共1200个
电芯80s15p； Pack能量： 7.992kWh ； 能量密度： 61.95Wh/kg。

EV动力电池系统



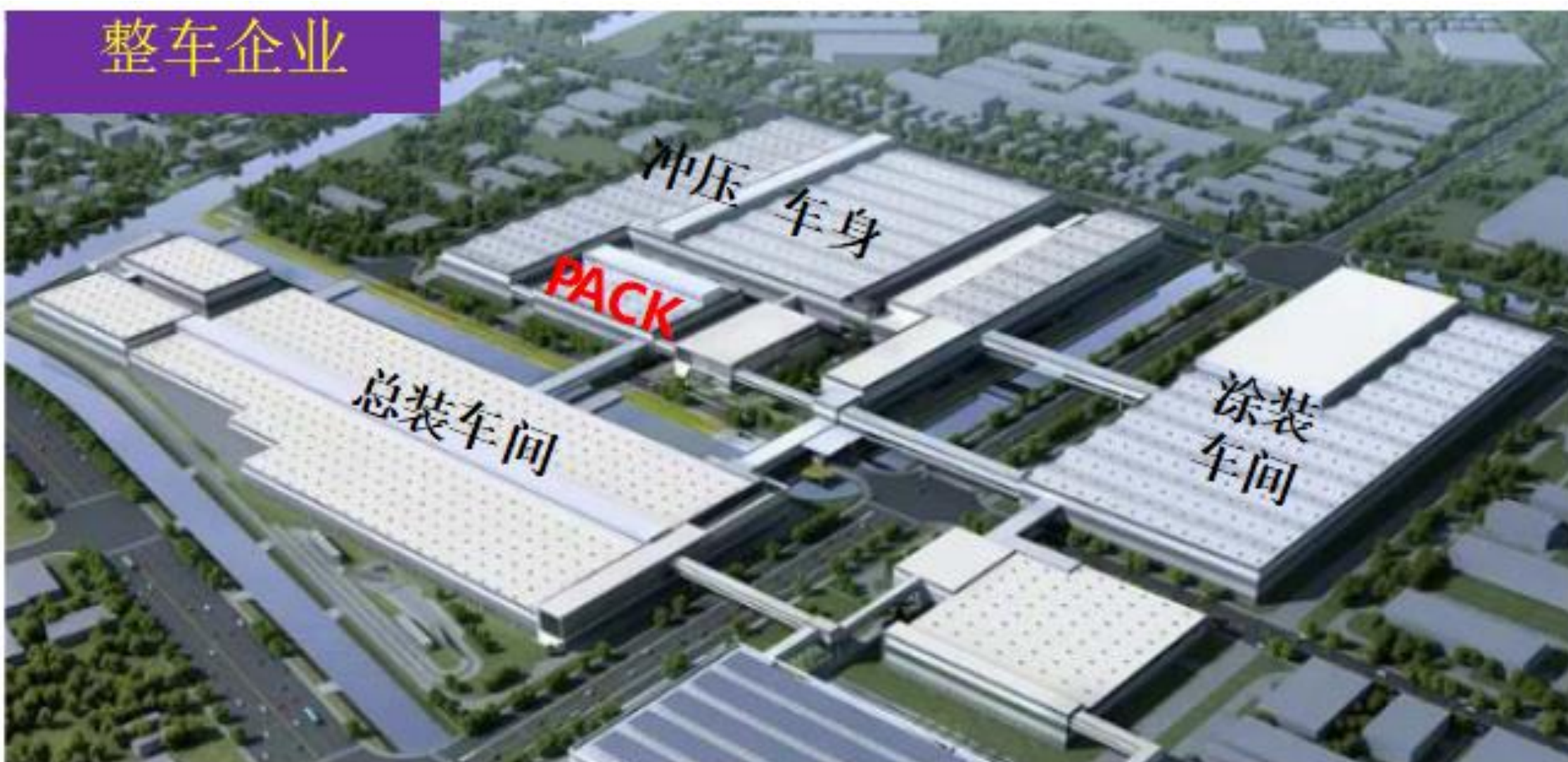
蔚来ES8 -100kWh- (12*8) S2P
(CATL-方形-NCM523电芯)



Tesla Model 3 -50kWh-96S31P 其他型号:
65kWh-96S46P、80kWh-96S46P
(松下21700电芯)

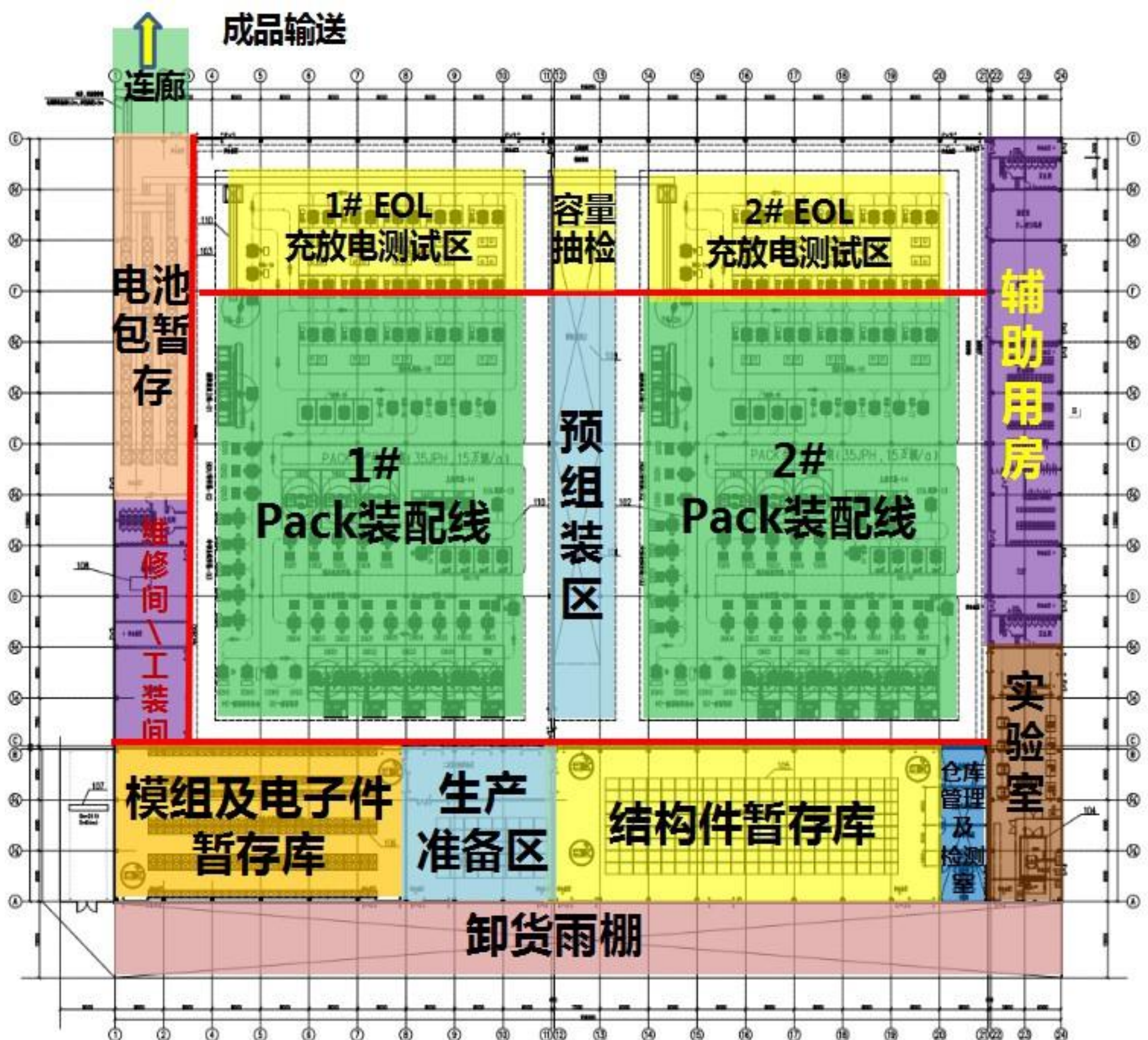
6 PACK工厂的设计要点

(1) Pack工厂的建设模式

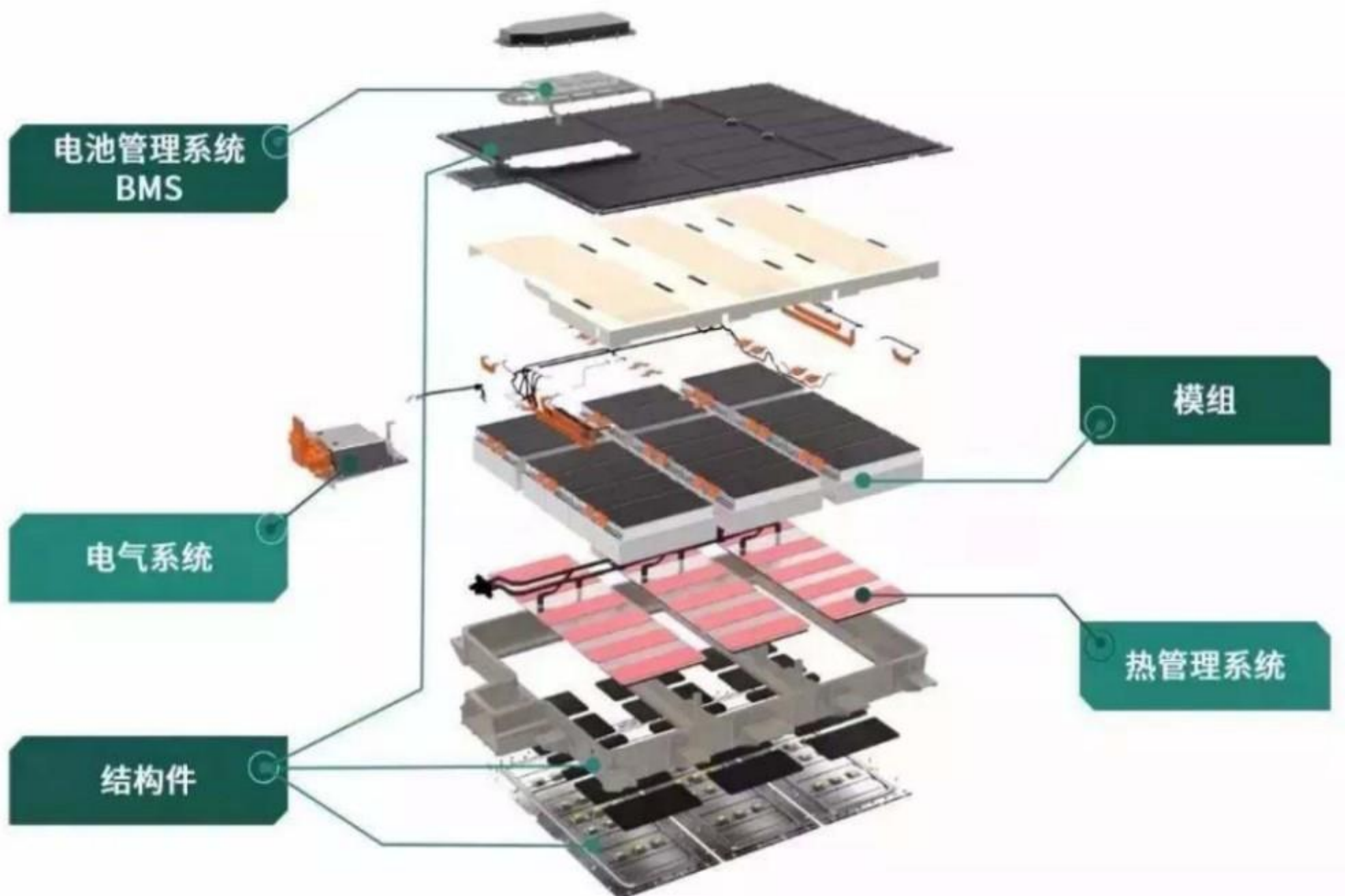
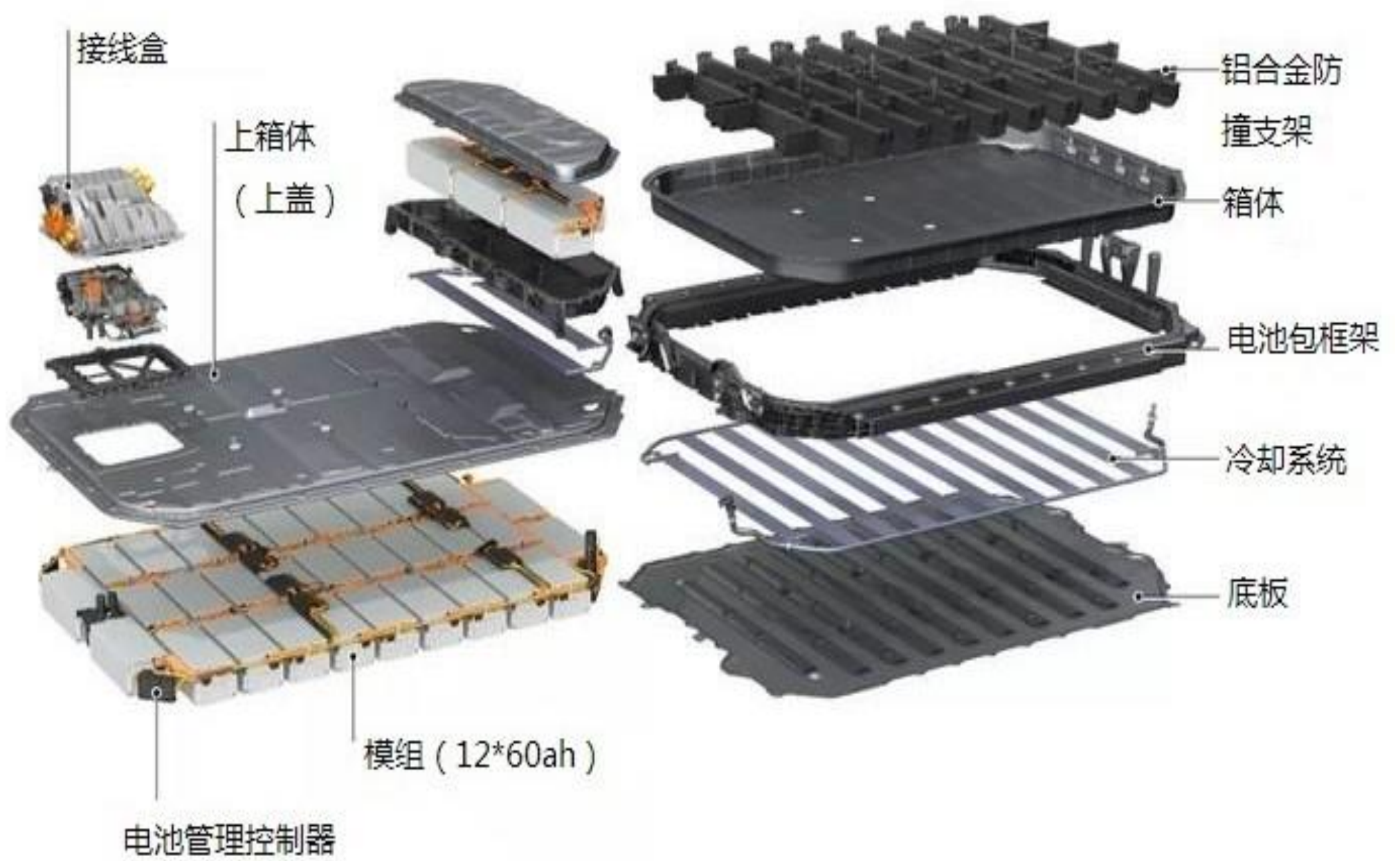


(2) 车间组成

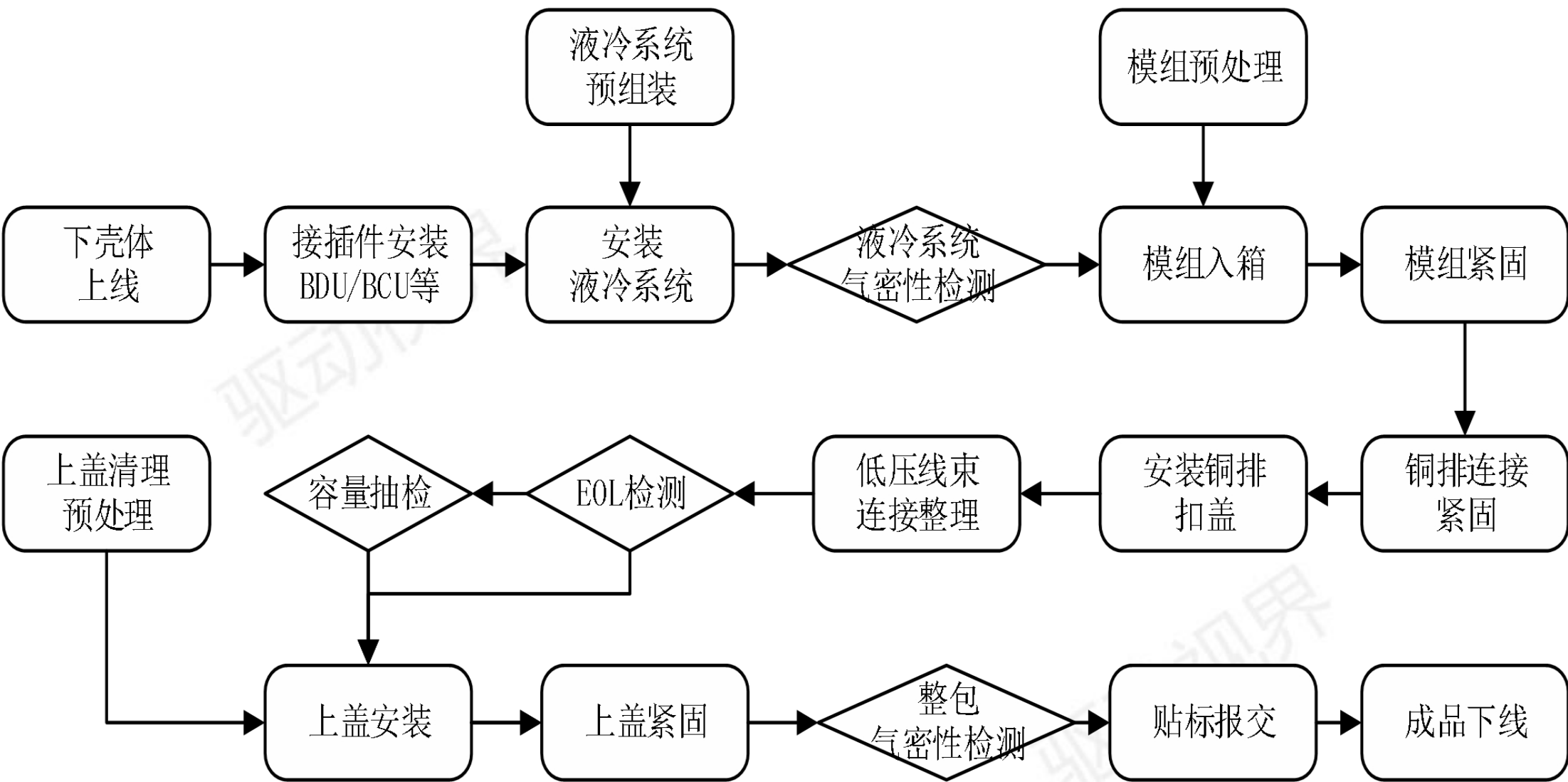
- 1) 原材料库：① 模组存储；② 结构件存储；③ 电子器件存储。
- 2) 装配区：① 预组装区：冷却系统、BMS系统；② Pack装配线；③ 返修区。
- 3) 测试区：① EOL测试：静态测试、动态测试；② 容量检测；③ 质检：原料抽检、产品抽检。
- 4) 成品下线暂存区
- 5) 辅助用房：① 公用辅房：变电所、空调机房等；② 生活办公辅房。



(3) 工艺工程

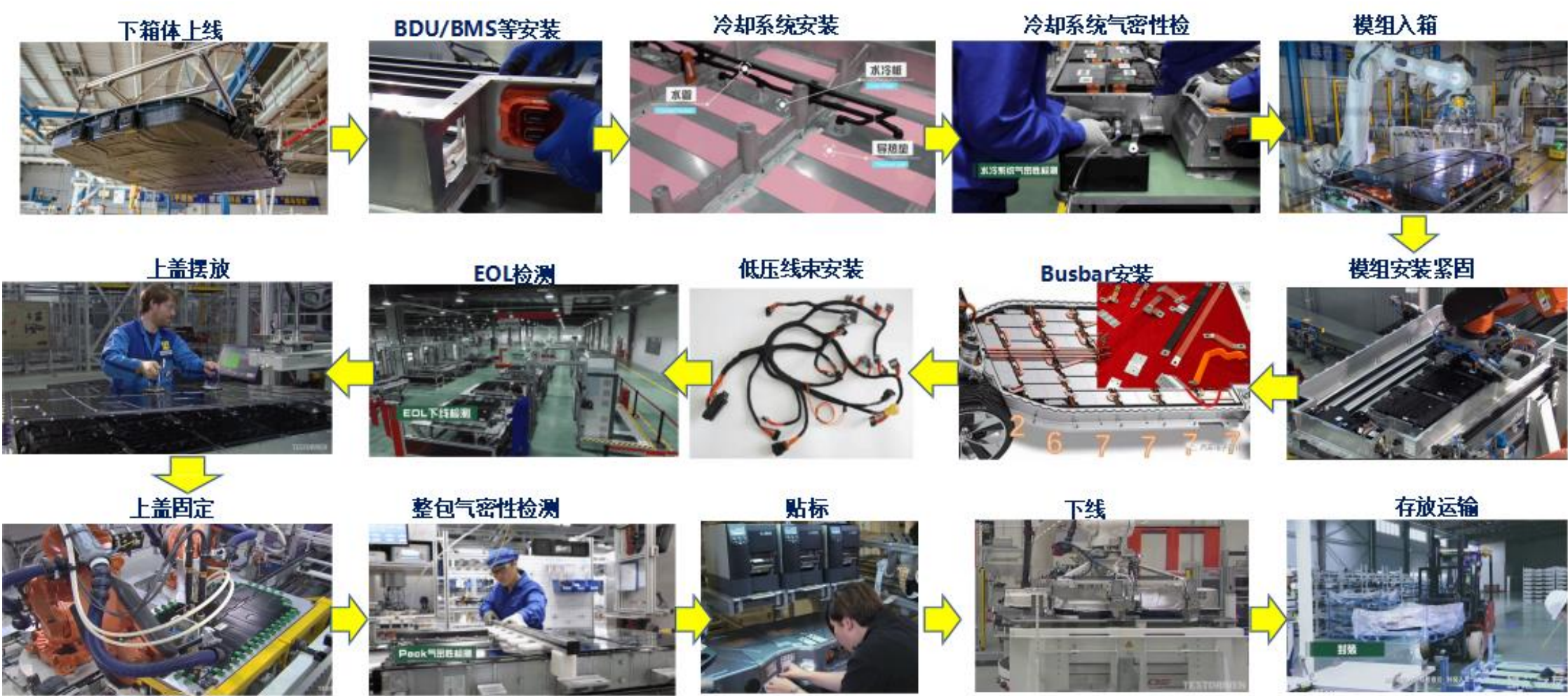


动力电池PACK构成

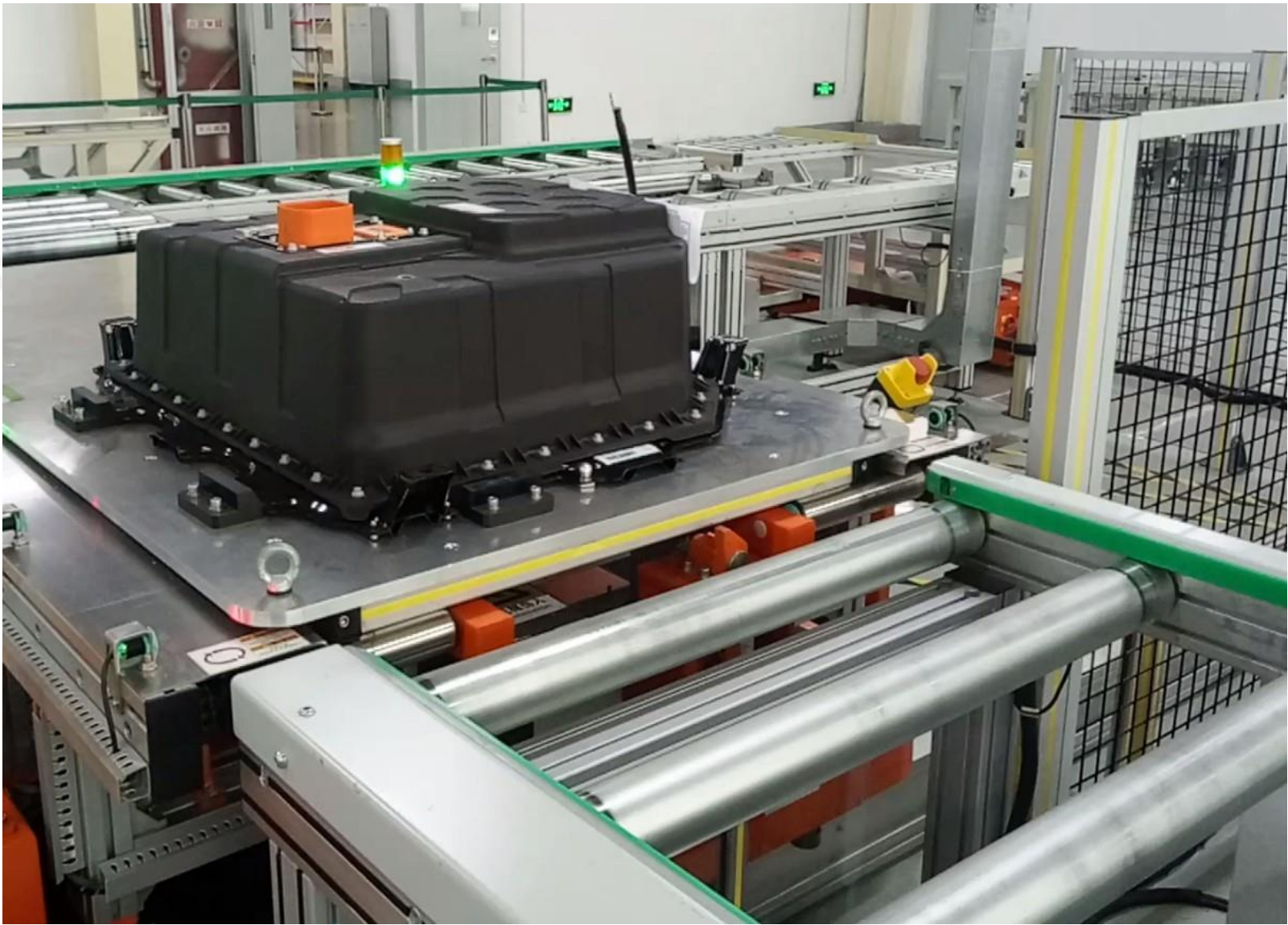


工艺流程图

生产工序简介



① Pack线的组线方式

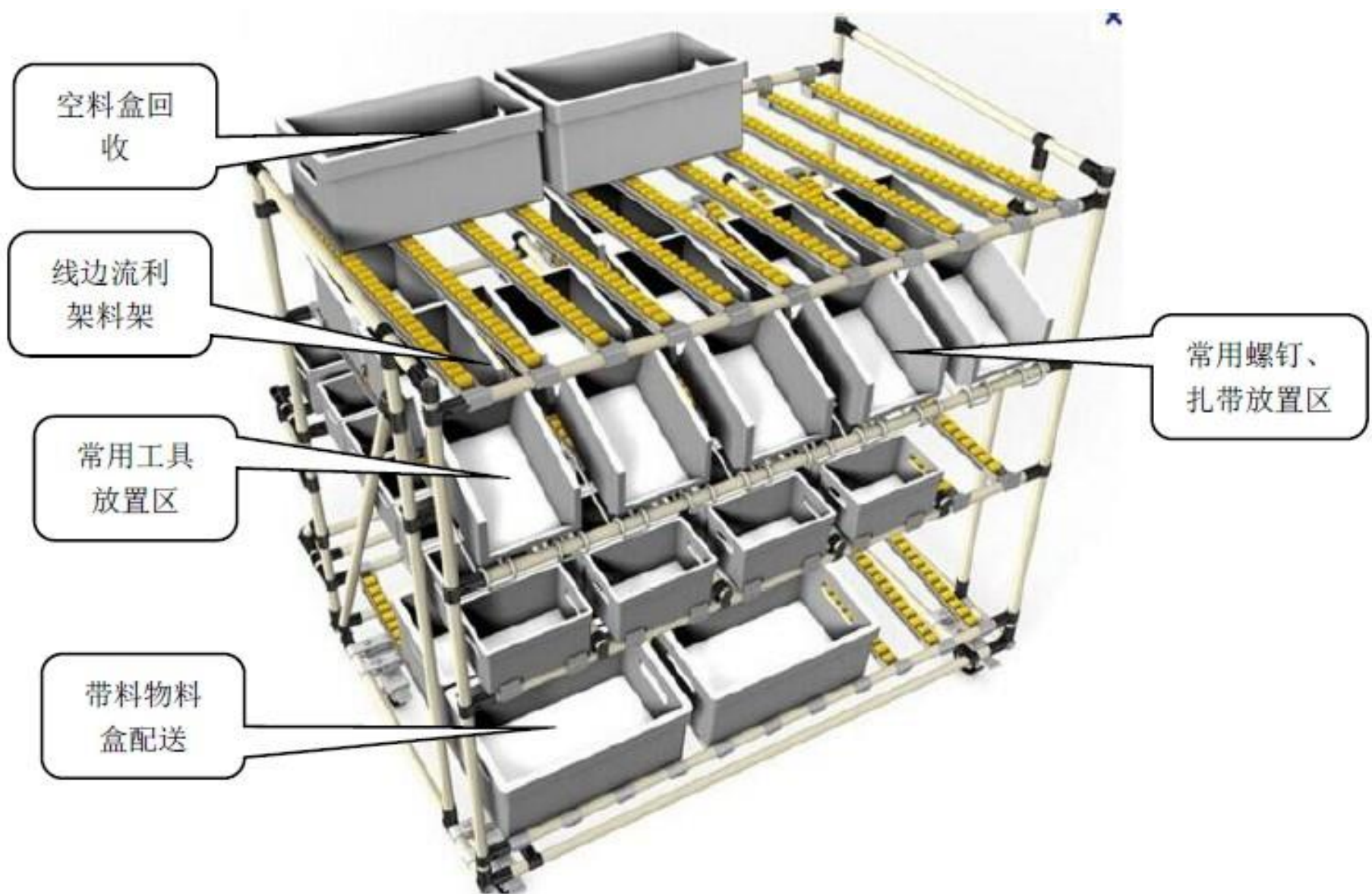


方式一：辊道组线

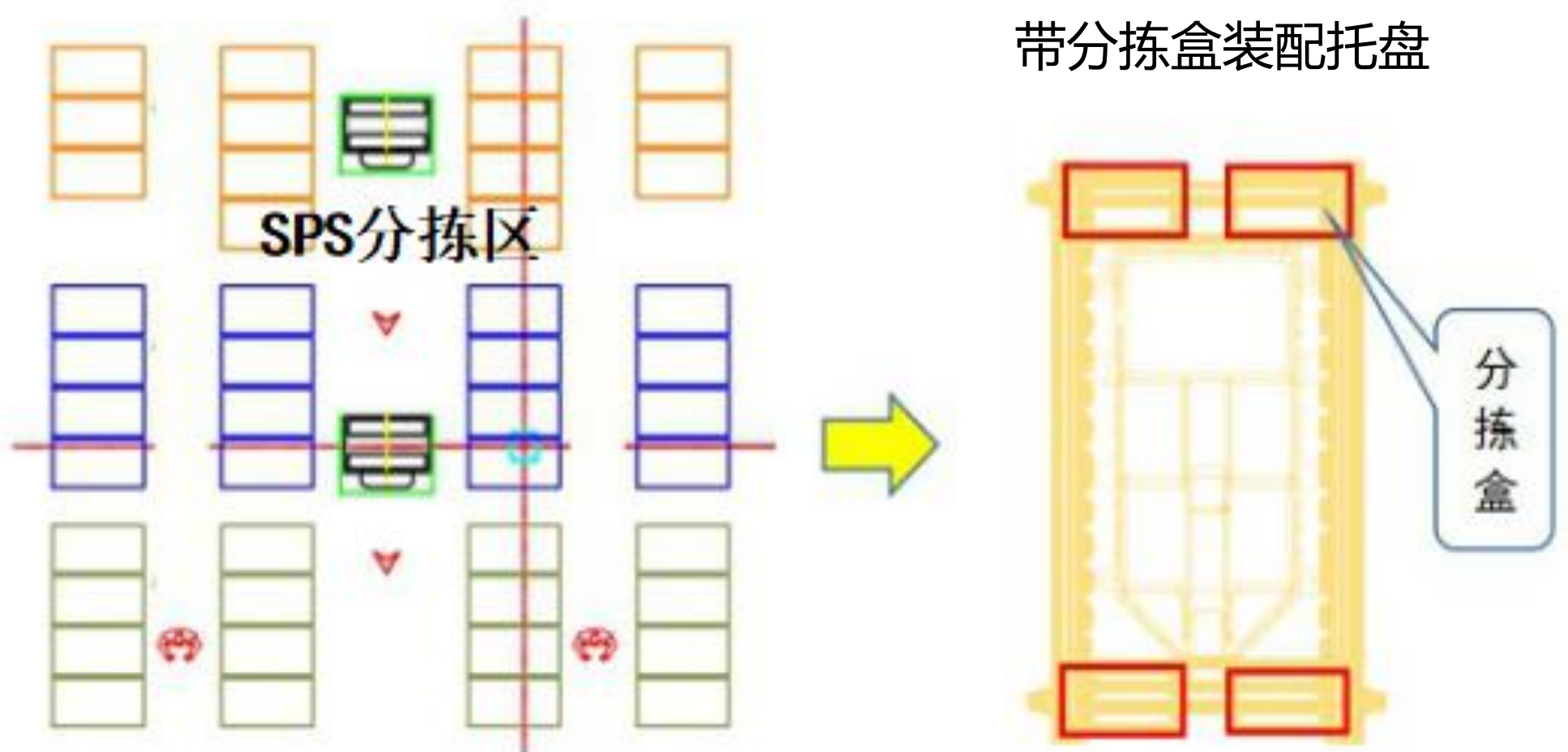


方式二：AGV组线，（a）承载式+托盘；（b）潜伏式+装配小车

② 物料配送



方式一：线边物料架



方式二：SPS分拣配送

③ 仓储形式

u 原材料库： 模组存储、 结构件、 线束&电路板等电子器件



u 成品库： 电池包





普通喷淋头



ESFR喷头



七氟丙烷气体灭火系统



- 人员安全培训;
- 不佩戴手表、戒指、项链等首饰;
- 穿着个人防护用品PPE
- 禁止在湿汗、手皮破裂等情况下作业;
- 电连接应采用高压绝缘工具;
- Busbar安装使用防错工装;



- 高压操作工位:
- 考虑与其他工序隔离
 - 区域内要设置绝缘垫、灭火毯、静电释放器等安全措施
 - 手提式七氟丙烷灭火器



PPE



电池包充放电测试的消防措施



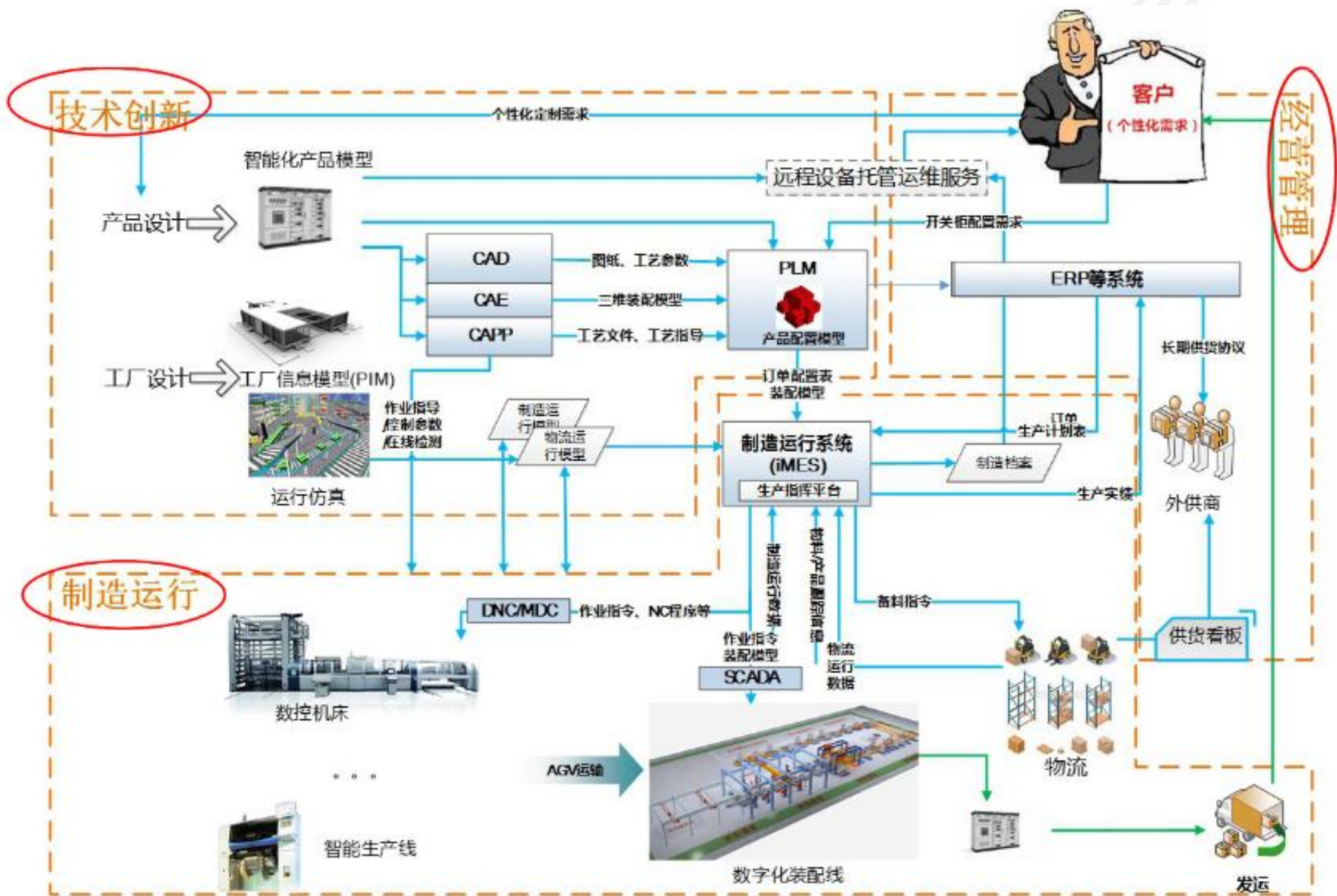
EOL下线检测

系统对PACK中每个电芯的状态进行静态及动态检测

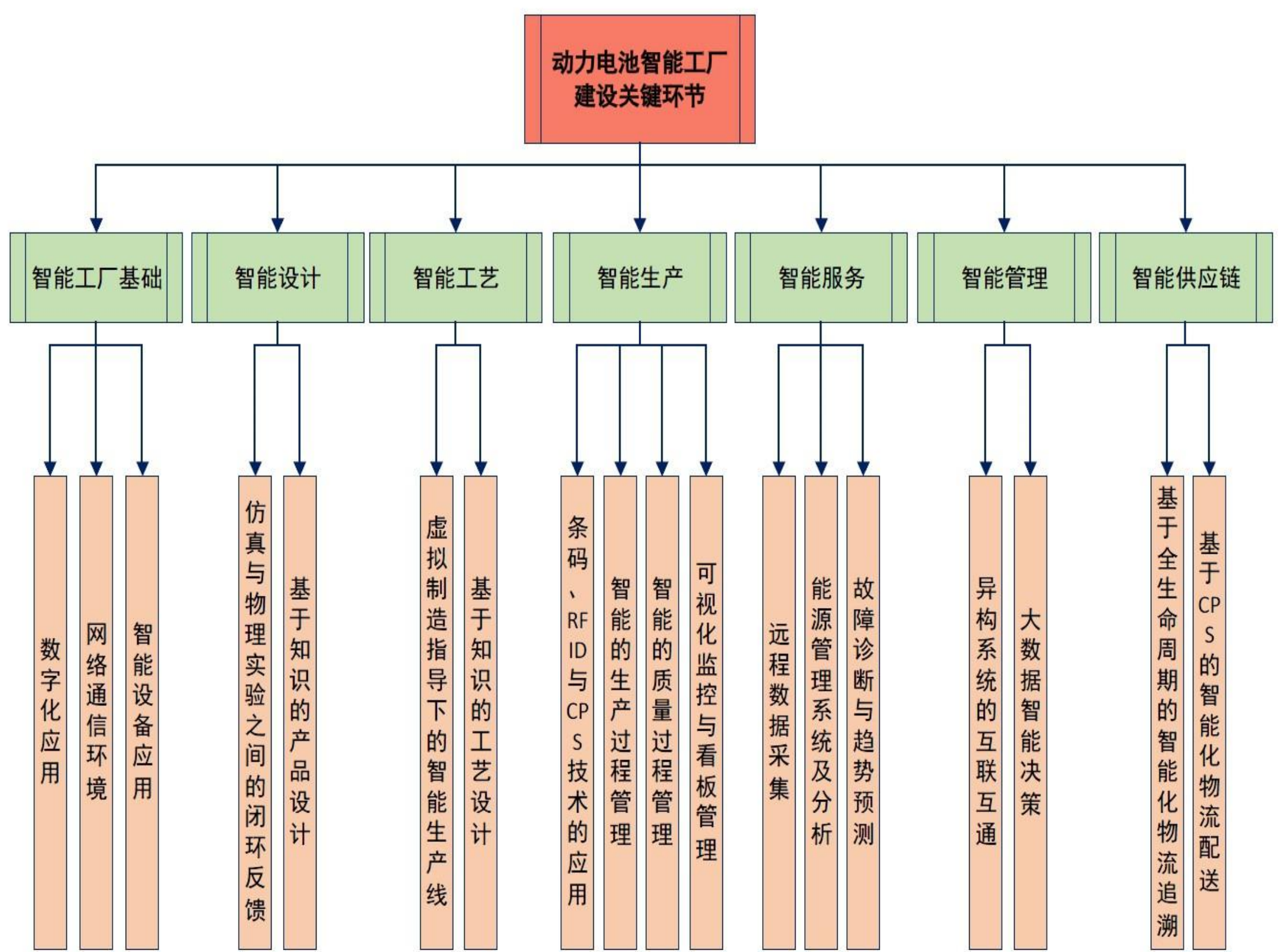
(6) 智能化工厂

1) 智能工厂架构及趋势

- 自动化、智能控制、无人化
- 全程可追溯和生产智能管理
- 目标：优化生产和管理，提高生产效率、产品质量，降低生产消耗及成本，实现全生命周期的管理。



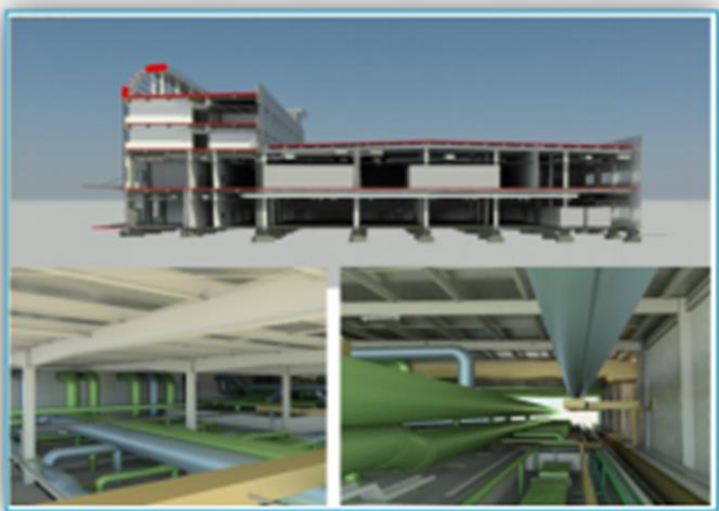
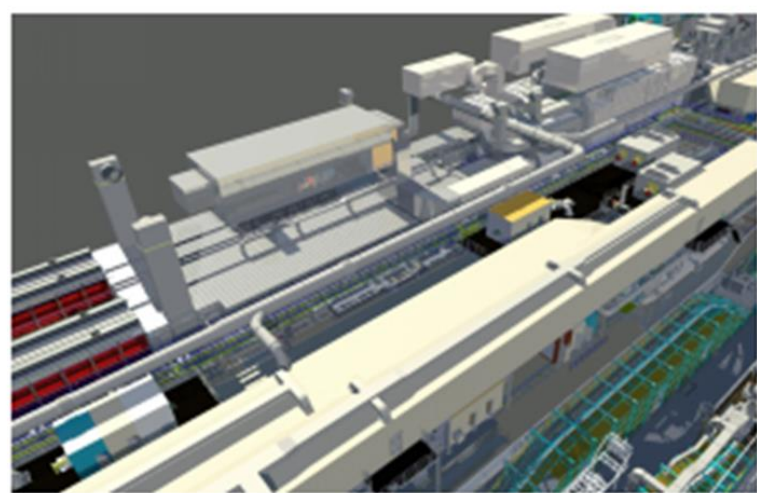
2) 智能工厂建设关键环节及主要技术措施



PART 01

智能工厂基础：BIM

数字化建模



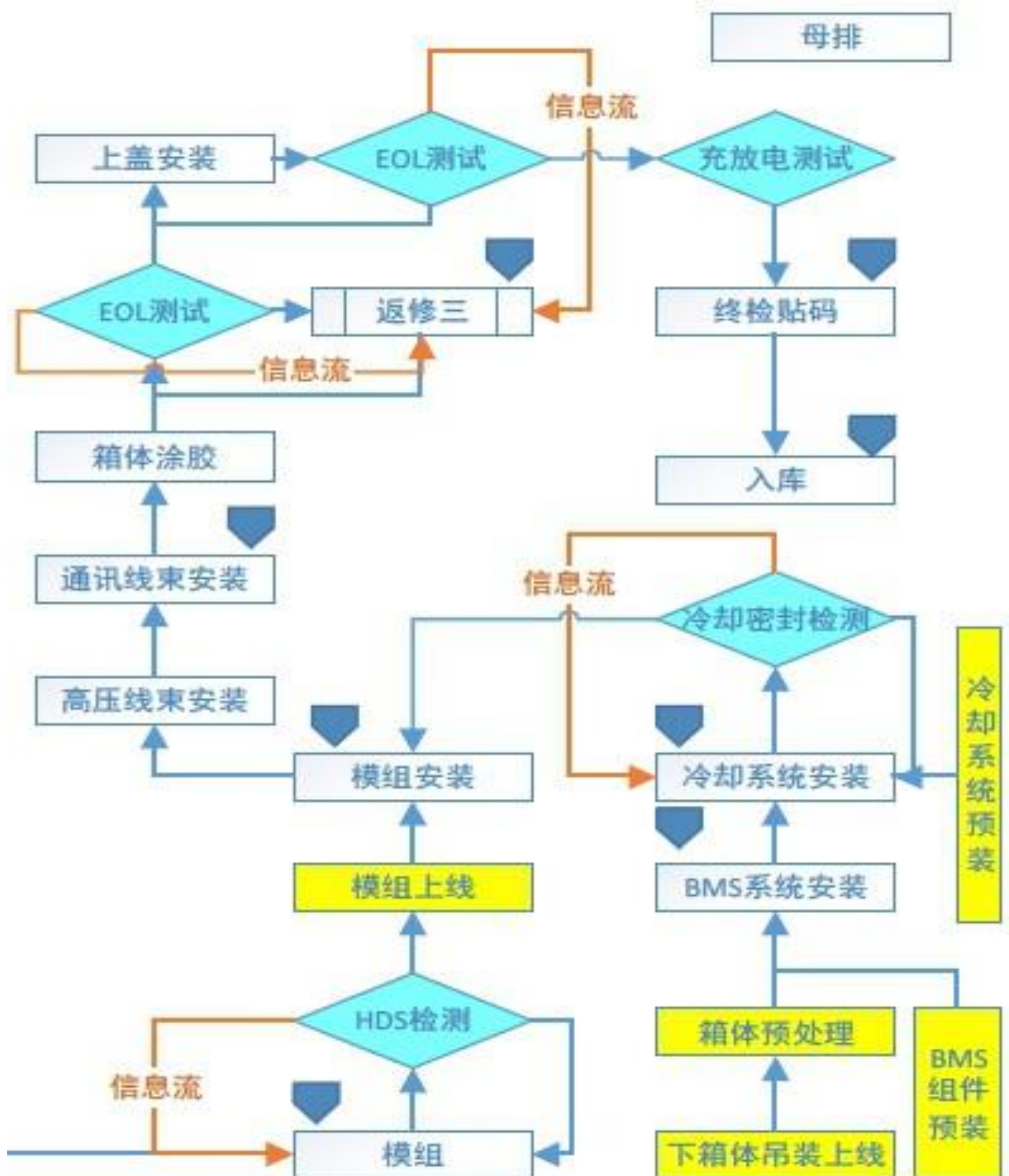
网络通讯环境



智能设施应用



智能的质量过程管理



驱动视界

PART
05

智能服务&管理

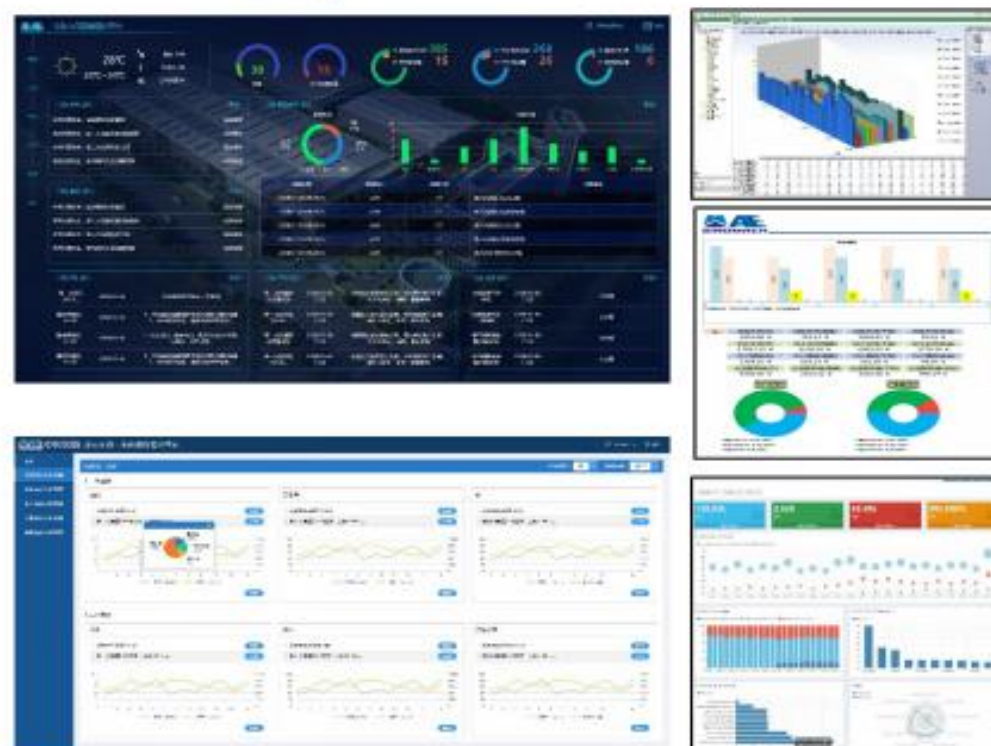
云平台



能源管理系统

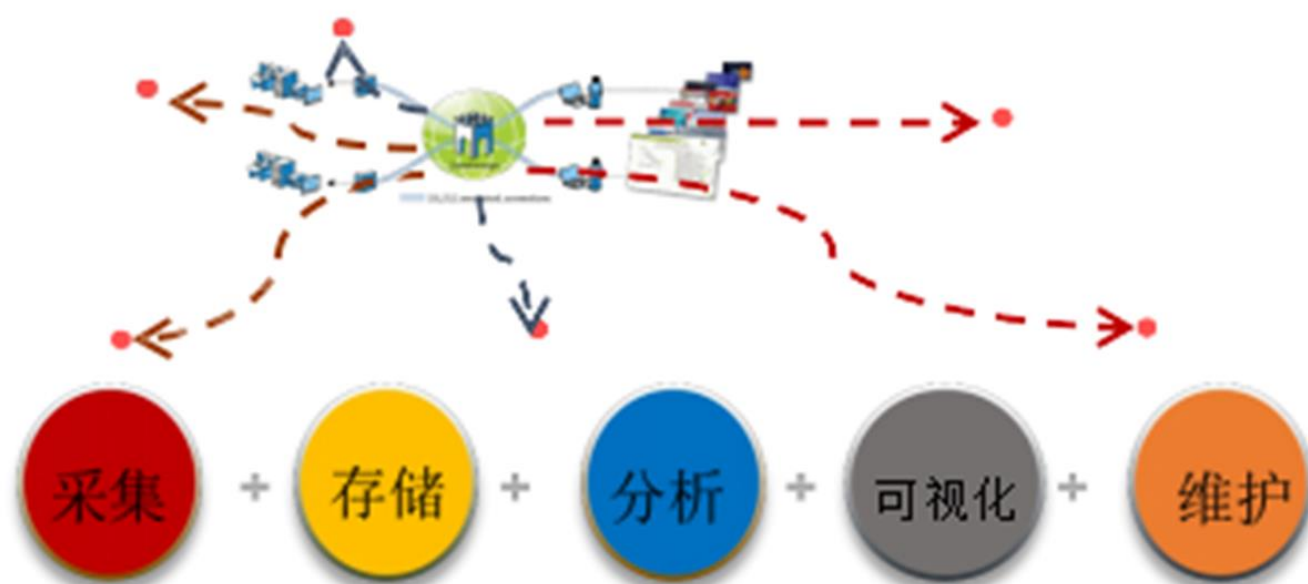


远程数据
采集



故障诊断与设备预测

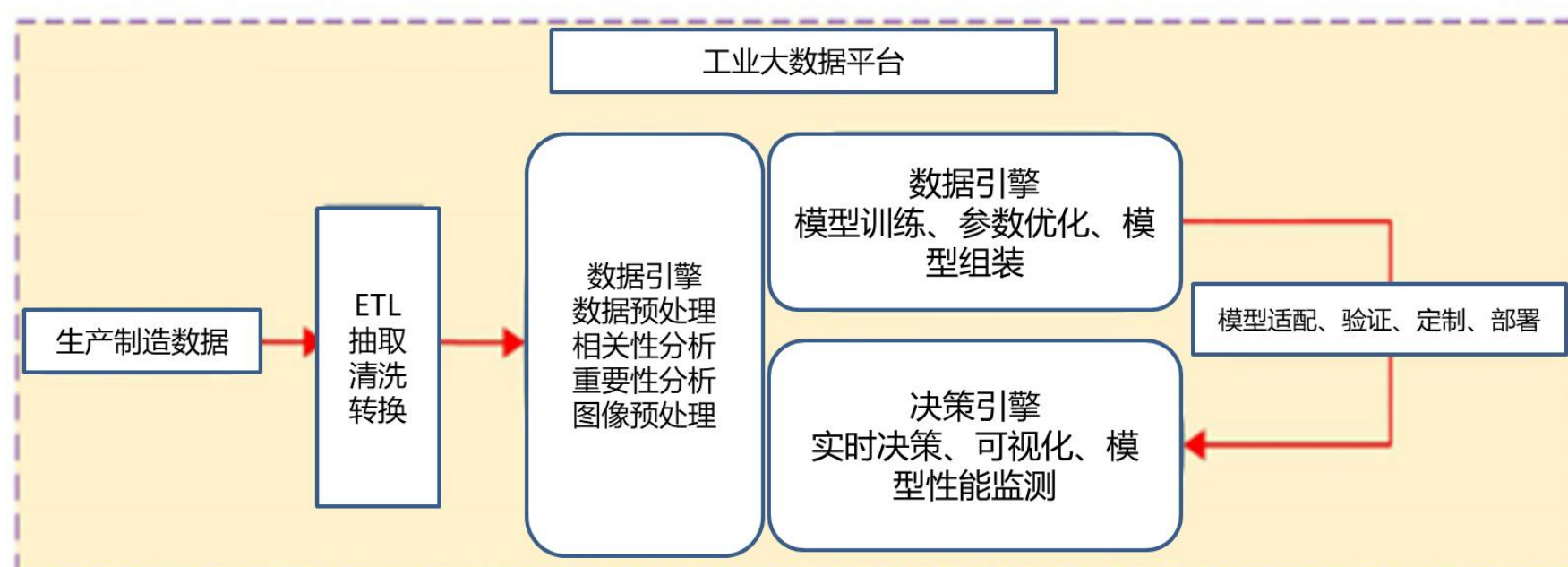
设备事后故障修理、预防性维护



异构系统的
互联互通

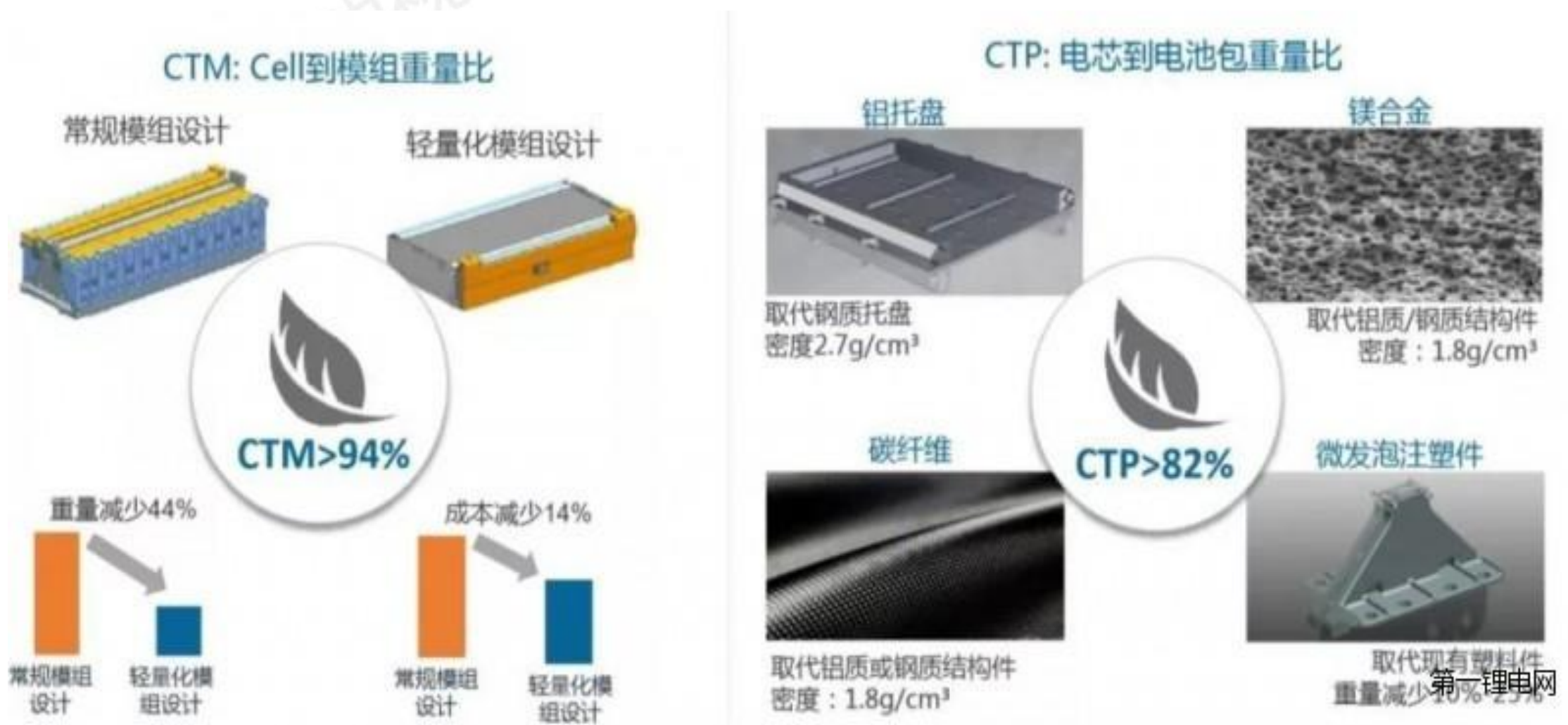


大数据智能决策



7 Pack工厂的发展趋势

(1) 轻量化

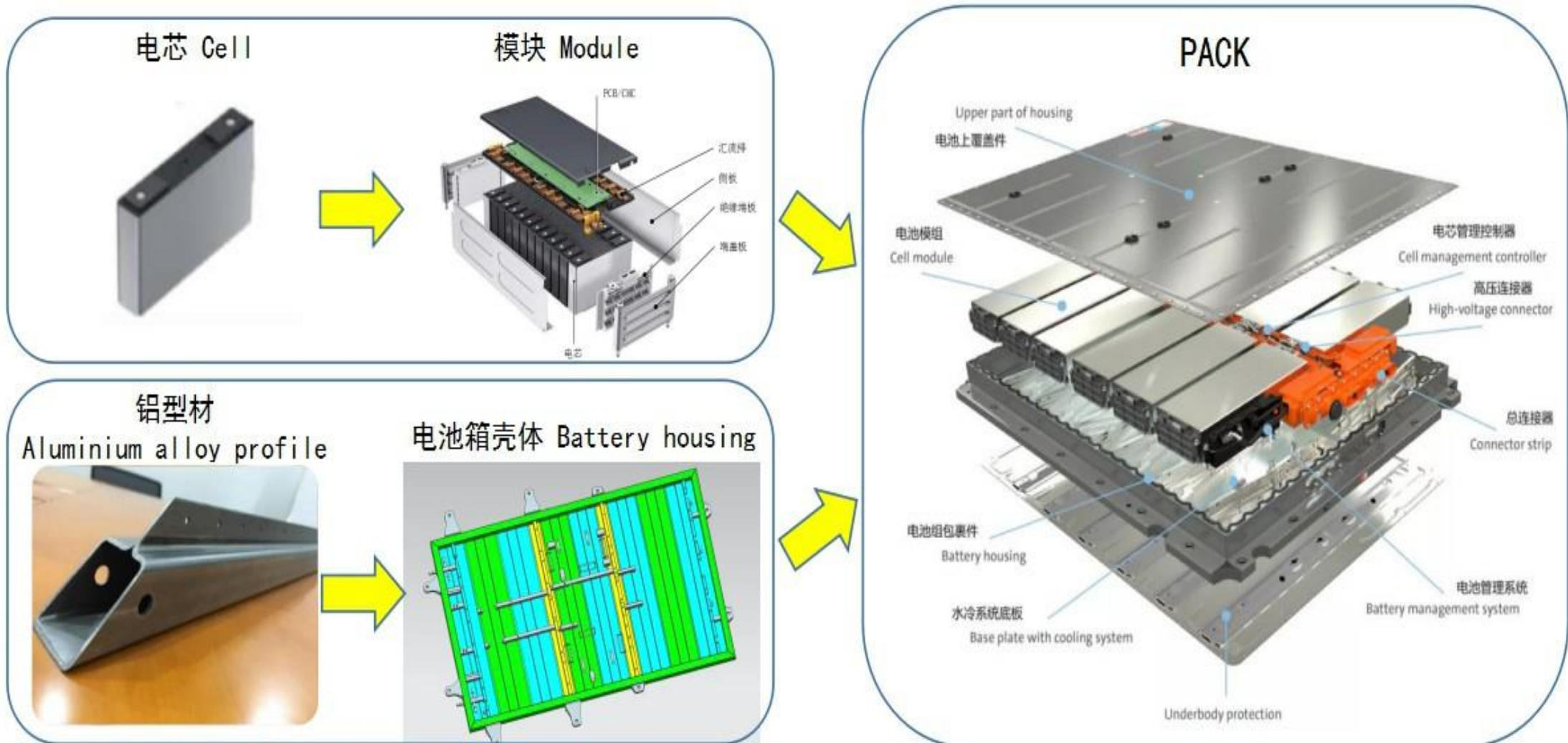


比亚迪Pack轻量化：

- CTM可以做到94%，成本降低14%，减重减成本效果显，让整个模组里有 90% 以上的重量都是电芯。
- 通过一些高强度的铝合金、镁铝材料、碳纤维的应用，使得CTP可以做到80%，对能量密度的提升有很大的帮助。

上汽大众MEB，上海·安亭：

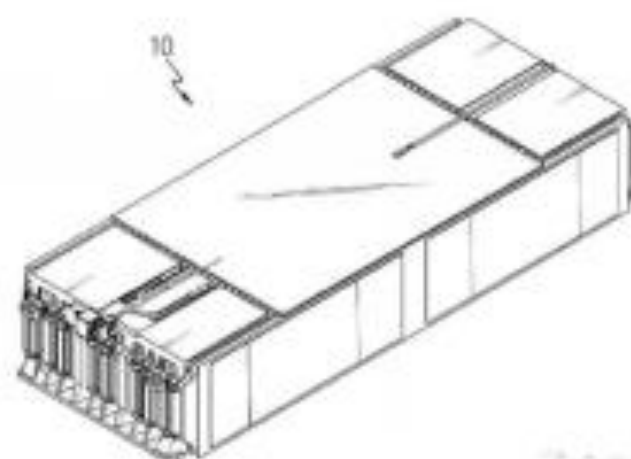
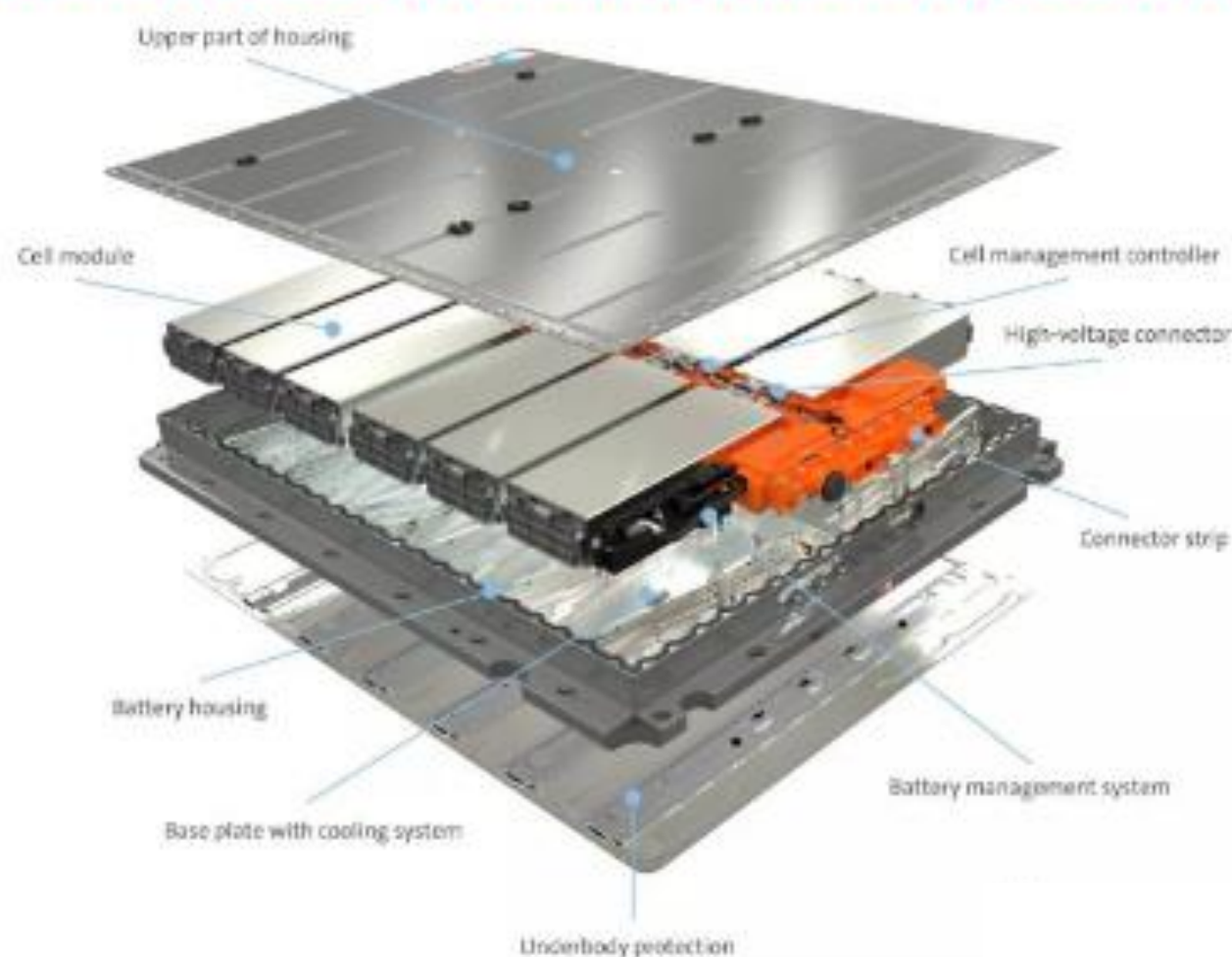
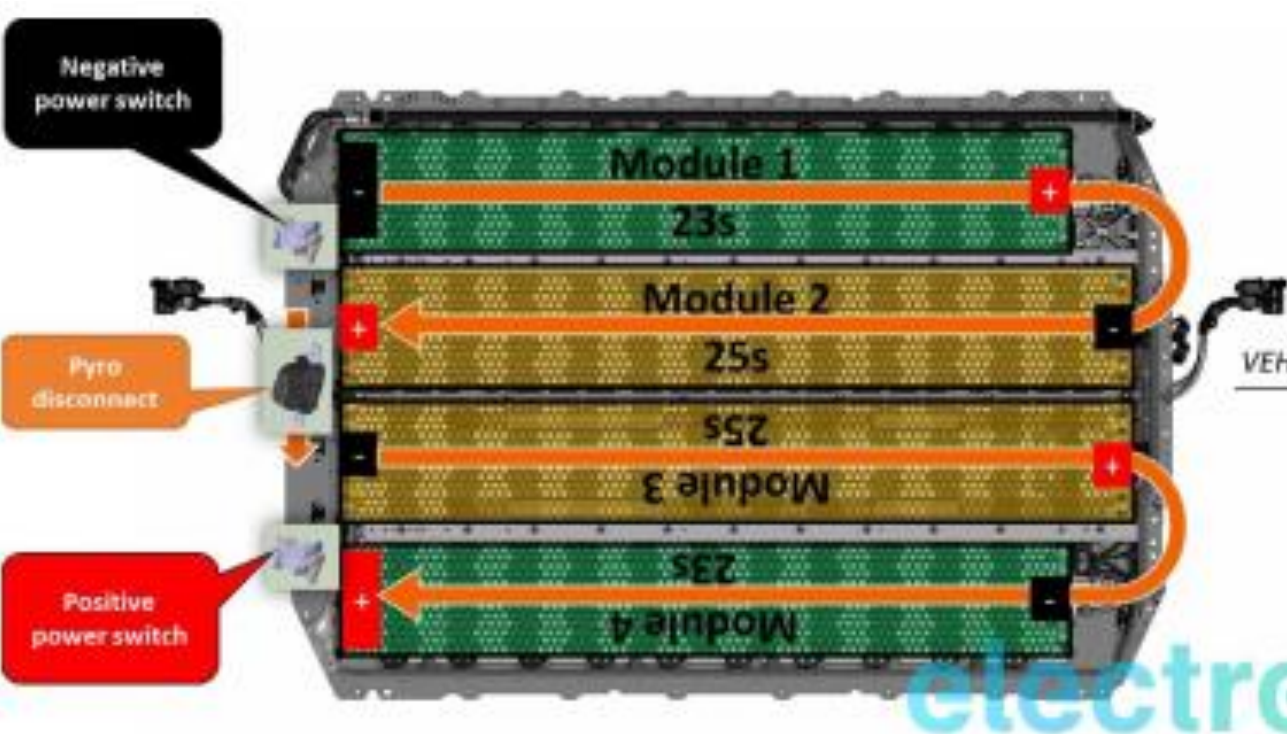
- 30万辆/年
- Pack车间二层：铝合金电池箱焊接线
- Pack车间一层：Pack组装生产线



(2) 大模组→CTP

MODEL 3, 大模组:

- Ø 50kWh电池包, 共由2976个21700电芯组成;
- Ø 模组1、模组4: 23s31p;
- Ø 模组2、模组3: 25s31p



大众MEB: 590大模组

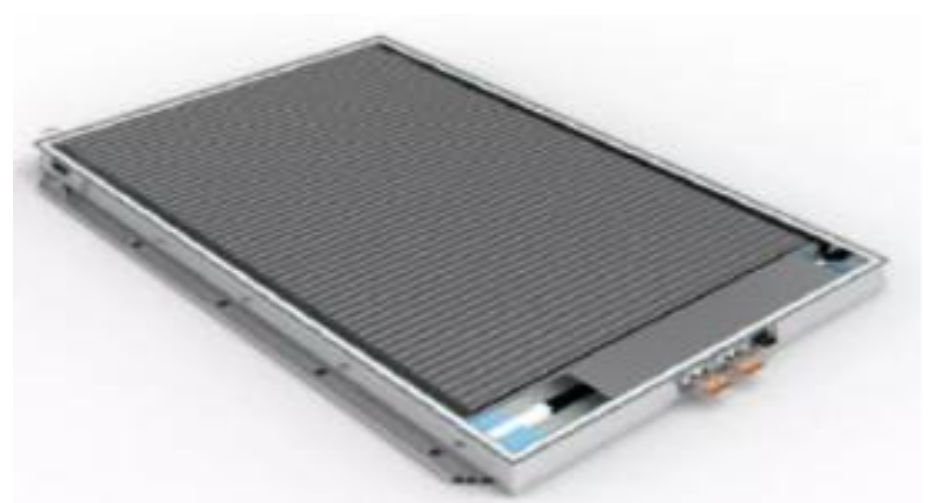


宁德时代CTP电池成包布局



宁德时代CTP电池成包布局

CATL的CTP电池包：体积利用率提高了15%-20%；电池包零部件数量减少40%；生产效率提升了50%；能量密度提升了10%-15%，将大幅降低动力电池的制造成本。



BYD：刀片电池

电芯：LFP，138.5Ah，960mm*90mm*13.5mm

Pack：体积能量密度：237~275Wh/L；零件数量：756个；体积利用率60%。

(3) Pack工厂的趋势

01 建设模式：

- 进一步向整车、电池厂家倾斜、集中；
- 传统车企将进一步加大Pack自主生产能力；

02 工序分工改变：

- 受产品的大模组方案，简化了Pack装配工序，Pack生产工序简化，产线效率提高；
- CTP方案，取消了模组，增加了Pack装配的复杂度、技术难度，业务向电池企业倾斜；
- 车身一体化方案，进一步可能将Pack装配与车身装配集成。

03 生产自动化、平台化：

- 现有产线的自动化率普遍低于20%，未来产线的叠代加速，提高自动化是大趋势
- 受整车成本控制、产品兼容性影响，Pack将进一步模块化、平台化，提高竞争力；

04 数据化、智能化：

- 新能源汽车质保期的延长或终身质保，建立数字化、智能化工厂，对Pack的全生命周期产品数据管理是大势所趋；
- 建立高效的智能化数据管理平台，利用数据推动企业产品进步、服务提升、降本增效，成为未来动力电池相关企业发展的关键。