

T/CASME

中国中小商业企业协会团体标准

T/CASME XXXX—2023

方形锂离子电池模组装配技术规范

Standard Specification for Square lithium-ion Battery Module Assembly

征求意见稿

2023 – XX – XX 发布

2023 – XX – XX 实施

中国中小商业企业协会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由武汉逸飞激光股份有限公司提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：武汉逸飞激光股份有限公司、武汉大雁软件有限公司、武汉逸飞科技有限公司、武汉逸飞激光智能装备有限公司、江苏逸飞激光设备有限公司。

本文件主要起草人：×××

方形锂离子电池模组装配技术规范

1 范围

本文件规定了方形锂离子电池模组装配的装备工艺、模组装配设备要求、模组装配过程控制。
本文件适用于方形锂离子电池模组装配生产过程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 38331 锂离子电池生产设备通用技术要求
- SJ/T 11798 锂离子电池和电池组生产安全要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

3.2 模组

将一个以上单体电池按照串联、并联或串并联方式组合后，通过一些零部件进行防护固定，并作为电源使用的组合体。

3.3

3.4 模组装配

从卷芯揉平到电池封口的工艺过程。

4 装配工艺

方形锂离子电池模组装配工艺流程如图1所示。

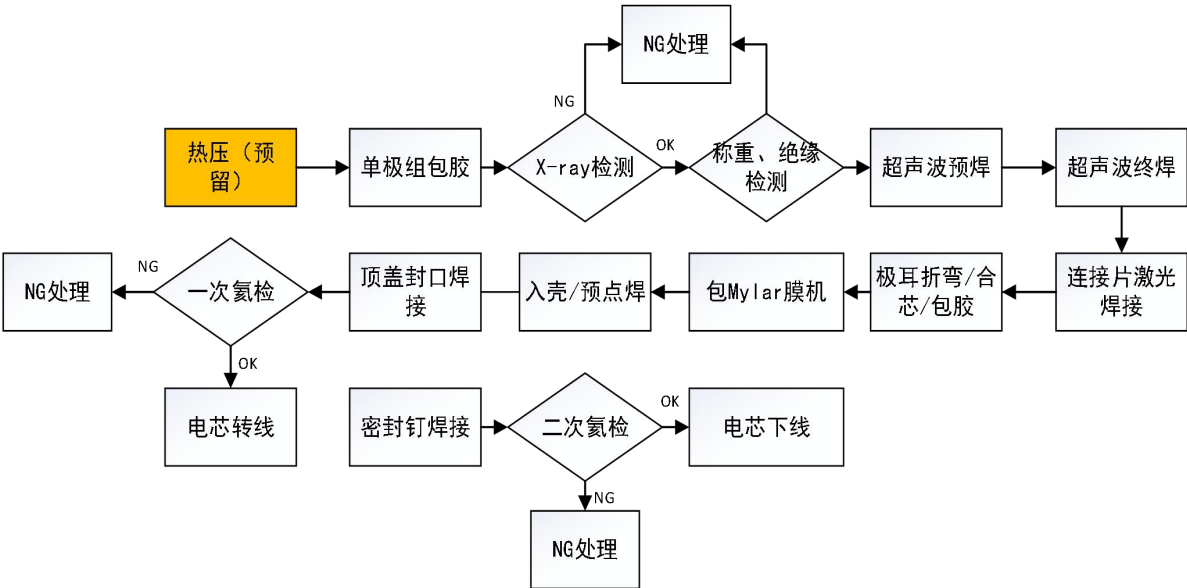


图1 工艺流程

5 模组装配设备要求

5.1 设备基本参数

5.1.1 方形锂离子电池模组装配产线设备应符合 GB/T 38331 的要求。

5.1.2 设备基本参数应符合表 1 的要求。

表 1 设备基本参数

序号	项目	技术要求
1	整线结构	具备极组、电芯外观保护功能，不损伤来料结构件、极组和装配后电芯。
2	整线检测	扫码和检测具备检出并挑出不合格品功能。
3	整线扫码	要求扫码枪角度可调。
4	称重检测	自动称重来料极组重量，称重量程 $\geq 2500\text{ g}$ ，称重精度 0.01 g 。
5	绝缘测试	电压可调范围 $0\text{ V}\sim 1000\text{ V}$ ；测试时间： $0.5\sim 5\text{ s}$ ，精度 $\pm 0.1\text{ s}$ 。
6	热压（预留）	压力调节范围 $1\text{ T}\sim 15\text{ T}$ ，温度调节范围 $80\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，热压时间 $\leq 90\text{ s}$ 。
7	单极组包胶	单极组中部整圈包胶 2 道，贴胶后进行有无检测。
8	X-Ray 检测	每个极组进行 2 对角+极耳检测。
9	超声波预焊	极组称重、绝缘检测、对极耳进行超声波预焊、裁切、除尘，完成后对极组进行高度检测（裁切尺寸）、裁切外观检测、贴胶有无检测。
10	超声波终焊	将连接片、极组极耳及保护片用超声波焊接在一起，焊接过程除尘，焊后对焊印区贴胶，完成后对进行贴胶有无检测； 保护片为预留功能。
11	连接片顶盖激光焊接	将顶盖与超声波焊接后的极组用激光焊接在一起，焊接过程除尘，并在激光焊接区域贴保护胶带； 将 2 个极组合芯、极耳折弯、捆胶绑定在一起，捆胶位置在极组中部和底部，两道胶，底部胶要求折边； 安装防护极耳支架，防止短路。安装前需对极耳位置进行检测，不合格品不安装。
12	包极组外包膜	在极组外包极组外包膜，极组外包膜包裹极组后与顶盖支架热熔，底部贴胶。
13	环缝激光焊	将极组放入铝壳，并对铝壳与顶盖缝隙进行激光焊，焊接过程除尘，完成顶盖与铝壳的封口焊接，CCD 检测电芯焊接外观。
14	氦检	对激光封口焊接后电芯密封性进行检测，氦检仪最小可检漏率 $\leq 1\times 10^{-12}\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。
15	密封钉焊接	将注液后的电池顶盖和密封钉焊接在一起。
16	电池封口后氦检	对焊接后的电池密封性进行检测，氦检仪最小可检漏率 $\leq 1\times 10^{-12}\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。

5.2 设备要求

5.2.1 热压设备

热压设备用于对叠片后的极组进行高强度压合，设备参数应符合表2的要求。

表 2 热压设备要求

序号	项目	要求
1	热压机温度	1.温度连续可调，温度控制精度 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ； 2.实时监控显示温度。
2	温度一致性	1.温差 $\leq \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ （包含同一压板不同点及不同压板间）。
3	平均温升	1. $> 4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ； 2.热压板开机升温至设定温度时间 30 min 以内。
4	热压时间	1.时间可调，精度 $\pm 0.1\text{ s}$ ； 2.热压时间实时监控显示。
5	热压压力	1.热压压力实时监控显示。
6	上下压板	1.平面度 $\leq 0.02\text{ mm}$ ，平行度 $\leq 0.04\text{ mm}$ ； 2.热压板表面 ECP-4 处理，防止粘极组； 3.热压后极组表面不得有凹洞、压痕等外观不良。

5.2.2 单极组包胶设备

单极组包胶设备用于对单极性进行包胶固定，设备参数应符合表3的要求。

表 3 单极组包胶设备要求

序号	项目	要求
3	包胶位置精度	精度 $\leq \pm 1\text{ mm}$ 。
4	电芯定位精度	精度 $\leq \pm 0.5\text{ mm}$ 。
6	包胶张力	张力可以调整，满足包胶要求。

5.2.3 X-Ray 检测设备

X-Ray检测设备用于对极组进行极片对齐度和极耳折叠检测，筛选不合格品至不合格工位，设备参数应符合表4的要求。

表 4 X-Ray 检测设备要求

序号	项目	要求
1.	极组对齐度检测+极耳折叠检测	1. 检测位置：每个极组检测 2 个对角位+正、负极极耳束； 2. 极耳翻折以下情形不能检测： （1）铝极耳端：铝极耳完全翻折到大面、铝极耳层数、铝极耳缺失； （2）铜极耳端：铜极耳缺失、铜极耳层数。
2.	X-RAY 模块	1. 配备光管； 2. X 射线泄漏量 $\leq 1.0\mu\text{SV/h}$ ； 3. 使用平板探测器，成像解析度 90~110Lp/cm； 4. 检测精度 $\leq 50\mu\text{m}$ ； 5. 检测重复精度 $\pm 60\mu\text{m}$ （标准片检测）。
3.	检测漏检率	1. 漏检率 $\leq 0.001\%$
4.	检测错检率	1. 错检率 $\leq 2\%$

5.2.4 超声波焊接设备

超声波焊接设备包括超声焊预焊模块及超声焊终焊模块，设备参数应符合表5的要求。

表 5 超声波焊接设备要求

序号	项目	要求
1	超声焊预焊模块	1. 具备称重功能，自动称重来料极组重量，称重精度 0.01 g；漏检率 0 %，错检率 $\leq 0.01\%$ 。 2. 具备绝缘检测功能，精度 $\pm 0.1\text{ s}$ ；漏检率 0 %，错检率 $\leq 0.1\%$ 。 3. 极耳束焊接： 1) 焊印位置精度 $\pm 0.5\text{ mm}$ ，焊印尺寸精度 $\pm 0.3\text{ mm}$ ； 2) 实时监控超声波参数，超出设定范围时报警； 3) 焊接后产品拉力 $> 20\text{ N}$ ，焊接有效面积残留： $\geq 50\%$ ； 4) 具备吸风除尘功能，除尘口风速 $\geq 15\text{ m/s}$ ，除尘口内径 $\geq 50\text{ mm}$ 。 4. 极耳束裁切 1) 切刀采用合金材质，裁切次数 $> 5\text{ 万次}$ ； 2) 裁切精度 $\pm 0.3\text{ mm}$ ； 3) 裁切工位密封式设计，配置负压废料收集功能，废料不得掉落至夹具外侧、极组表面和内部。 5. 具备裁切外观和高度检测功能；
2	超声焊终焊模块	1. 上料 1) 连接片和保护片上料机构采用柔性接触，保证连接片和保护片不损伤、不变形、无划伤、无压痕、无多片粘连； 2) 铜铝连接片防呆识别设计，保证连接片和保护片不放反、放错； 3) 备料缓存机构容量满足 $\geq 1\text{ h}$ 生产需求，治具采用一备一用，加料不停机。 2. 超声焊终焊 1) 焊印位置精度 $\pm 0.5\text{ mm}$ ，连接片和保护片定位精度 $\pm 0.5\text{ mm}$ ，焊印尺寸精度 $\pm 0.3\text{ mm}$ ； 2) 实时监控超声波参数，超出设定范围时报警； 3) 焊接后产品拉力 60~80 N，焊接有效面积残留： $\geq 90\%$ ； 4) 具备吸风除尘功能，除尘口风速 $\geq 15\text{ m/s}$ ； 5) 具备焊印整形功能，压块采用金属材质，压块表面无毛刺、不产生粉尘油污。 3. 焊印贴胶

		1) 焊印正反两面贴胶带； 2) 贴胶位置精度 $\pm 1\text{ mm}$ ； 3) 具备调节胶带张力的功能。 4. 贴胶检测，具备贴胶有无检测功能。
--	--	--

5.2.5 连接片顶盖激光焊接设备

连接片顶盖激光焊接设备用于激光焊接、焊印贴胶、贴胶检测。设备参数应符合表6的要求。

表 6 连接片顶盖激光焊接设备要求

序号	项目	要求
1	顶盖打码	1. 顶盖上料： 1) 上料机构采用柔性接触，保证顶盖不损伤、不变形、无划伤、无压痕； 2) 具备防呆功能，识别放错放反的来料； 2. 具备顶盖来料除尘和激光打码功能； 3. 打码质量要求：目视条码清晰，无缺失，扫码一次合格率 $\geq 99.95\%$ 。
2	顶盖和连接片激光焊	1. 焊接速度波动 $< 2\%$ ； 2. 电控信息控制系统具备极组和顶盖绑定追溯功能； 3. 实时监控激光焊接参数，超出设定范围时报警； 4. 具备吸风除尘功能。
3	焊印贴胶	1. 贴胶位置精度 $\pm 1\text{ mm}$ ； 2. 具备调节胶带张力的功能； 3. 胶带长度、贴胶位置可调整。
4	贴胶检测	1. 具备贴胶检测功能。
5	合芯折弯	1. 将焊接在一起的 2 个极组合在一起、在极耳处进行折弯；极耳折弯过程，防止极片、隔膜窜位、极耳断裂。
6	包胶	1. 在合芯好的极组底部包裹一圈胶带，胶带折边到极组底部； 2. 在合芯好的极组中部包裹一圈胶带； 3. 胶带长度、贴胶位置可调整，备胶不良的真空检测、预警功能；具备胶带检测功能。
7	极耳支架安装	1. 折弯位置检测，筛选不合格品至不合格工位；合格品进行极耳支架安装。极耳支架安装过程中保证折弯角度不变。

5.2.6 包极组外包膜设备

包极组外包膜设备用于包膜、热熔焊、贴胶和热熔外观检测。设备参数应符合表7的要求。

表 7 包极组外包膜设备要求

序号	项目	要求
1	贴胶	1. 胶带长度、贴胶位置可调整，备胶不良的真空检测、预警功能；具备胶带检测功能。
2	包膜	1. 上料： 1) 上料机构采用柔性接触，保证外包膜不损伤、不变形、无划伤、无压痕、无多片粘连； 2) 具备防呆功能，识别放错、放反的来料； 3) 备料缓存机构容量满足 ≥ 1 小时生产需求，治具采用一备一用，加料不停机。 2. 外包膜和电芯中心对齐。
3	热熔焊	1. 热熔温度：室温 $\sim 300^{\circ}\text{C}$ ； 2. 定位精度、热熔尺寸符合图纸要求； 3. 实时监控热熔焊接参数，超出设定范围时报警。
4	外观检测	1. 具备检测贴胶有无和贴胶位置、尺寸的检测功能； 2. 具备检测热熔焊接外观的功能。

5.2.7 极组入壳点焊设备

极组入壳点焊设备用于将顶盖和壳体激光点焊在一起，电芯绝缘检测，筛选不合格品至不合格工位。设备参数应符合表8的要求。

表 8 极组入壳点焊设备要求

序号	项目	要求
1	壳体上料	1. 上料机构采用柔性接触，保证壳体不损伤、不变形、无划伤、无压痕、无污染； 2. 具备防呆功能，识别放错、放反的来料； 3. 备料缓存机构容量满足≥1 h 生产需求，治具采用一备一用，加料不停机； 4. 壳体托盘由乙方提供。
2	入壳	1. 铝壳壳口导向块及壳口挡块采用陶瓷材质或者对金属材料进行表面处理，不产生金属粉屑、不刮伤顶盖和极组； 2. 入壳配备压力传感器实时监控入壳推进压力，入壳压力自动记录，可设定压力范围，有报警功能，提供压力感应器校准工装； 3. 极组分段入壳，极组入壳深度可调。入壳时，推料推块不与极组极柱及防爆阀接触； 4. 入壳过程中不得刮伤极组外包膜，不得刮伤顶盖。
3	激光点焊	1. 预焊位置精度≤0.1 mm； 2. 具备保护顶盖、安全阀和注液孔的功能，焊接飞溅物不污染极柱、二维码、防爆膜、注液孔，无肉眼可见烟尘残留。
4	电芯绝缘检测	1. 具备检测正极与负极，正极与壳体、负极与壳体电阻，测试程序可以实现选择性屏蔽测试某一项的功能。

5.2.8 顶盖激光焊接设备

顶盖激光焊接设备用于激光环缝焊、焊接外观检测、电芯绝缘检测。设备参数应符合表9的要求。

表 9 顶盖激光焊接设备要求

序号	项目	要求
1	激光环缝焊	1. 顶部焊接突起高度≤0.2mm； 2. 具备滚边整形去毛刺功能； 3. 具备吸风除尘功能； 4. 具备保护顶盖、安全阀和注液孔的功能，焊接飞溅物不污染极柱、二维码、防爆膜、注液孔，无肉眼可见烟尘残留。
2	焊接外观检测	1.具备检测焊缝外观的功能，筛选不合格品至不合格工位。
3	电芯绝缘检测	1. 检测正极与负极，正极与壳体、负极与壳体电阻，测试程序可以实现选择性屏蔽测试某一项的功能。

5.2.9 一次氦检设备

一次氦检设备用于对激光封口焊接后电池密封性进行检测，筛选不合格品至不合格工位。设备参数应符合表10的要求。

表 10 一次氦检设备要求

序号	项目	要求
1	漏检率	1. 漏检率=0。
2	错检率	1. 错检率≤0.3 %。
3	氦检仪最小可检漏率	1. 最小可检漏率≤1×10 ⁻¹² Pa·m ³ /s。
4	氦检	1.测试腔体内设计电芯限位机构，达到对电芯厚度方向拘束的效果（避开焊缝位置），保证过程中电池不变形； 2.检测时间在电池内部和外部均达到设定压力后开始计时，检测时间可调。
5	产品防护要求	1.与电芯接触的治具、机械手夹爪材质优先选用非金属材料（POM、PEEK 等），四周倒角，不损伤极组； 2.机械手 Z 轴设计柔性装置，防止压伤损坏电芯； 3.具备安全防护，防极组掉落、压伤等； 4.设备整体配置防护罩。

5.2.10 密封钉焊接设备

密封钉焊接设备用于把密封钉与铝壳焊接一体，检测焊接外观，筛选不合格品至不合格工位。设备参数应符合表11的要求。

表 11 密封钉焊接设备要求

序号	项目	要求
1	密封钉、焊片上料	1. 上料机构采用柔性接触,保证密封钉、焊片不损伤、不变形、无划伤、无压痕、无污染; 2. 具备防呆功能,识别放错、放反的来料; 3. 备料缓存机构容量满足 ≥ 4 h 生产需求,治具采用一备一用,加料不停机。
2	密封钉焊接	1. 具备注液口激光清洗功能; 2. 焊接过程中采用除尘罩隔离防止污染电芯。
3	焊接外观检测	1. 具备检测焊缝外观的功能,筛选不合格品至不合格工位。

5.2.11 二次氦检设备

二次氦检设备用于对密封钉激光焊接后电池密封性进行检测,筛选不合格品至不合格工位。设备参数应符合表12的要求。

表 12 二次氦检设备要求

序号	项目	要求
1	漏检率	1. 漏检率=0。
2	错检率	1. 错检率 $\leq 0.3\%$ 。
3	检测口压力	1. 检测口压力 < 40 Pa。
4	氦检仪最小可检漏率	1. 最小可检漏率 1×10^{-12} Pa $\cdot$ m ³ /s。
5	氦检	1.测试腔体内设计电芯限位机构,达到对电芯厚度方向拘束的效果(避开焊缝位置),保证过程中电池不变形; 2.检测时间在电池内部和外部均达到设定压力后开始计时,检测时间可调。

5.2.12 电控设备

电控设备参数应符合表 13 的要求。

表 13 电控设备要求

序号	项目	要求
1	主控系统	1. 触摸屏, PLC 总线控制, 伺服系统, 压力监测系统, 焊接功率检测系统; 触摸屏及常用按键安装位置易于操作; 常用按键与触摸屏分开设置。
2	运行方式	1. 手动、自动、急停, 主控系统在机头触摸屏, 整机前后均能按钮操作。
3	操作条件设定及数据采集	1. 参数设定包括但不限于: 测试电压设定、热压温度设定、热压压力设定、热压时间设定、焊接功率设定、焊接时间设定、焊接压力设定、氦检时间设定, 均可通过触摸屏设定、显示并记录; 2. 在设备控制中要求设备具有分级权限密码分级使用, 三级密码, 第一级实现对设备进行任何操作及重置所有密码; 第二级变更设备所有参数及实现设备操作; 第三级为设备操作及变更部分操作。
4	MES 系统的通讯数据交互功能	1. 具有数据输出功能, 指令输入功能; 2. 具备双向数据通讯接口, 与 MES 系统的通讯数据交互功能。上传设备编码、工艺参数、检测数据、运行和加工产品等数据, 接受远程控制指令; 3. 支持对 MES 系统进行设备信息的实时上传和定时信息的交互; 4. 支持对 MES 系统进行实时上传数据: 故障数据; 可以上传的其他数据, 包含: 加工电池数量(瞬时、实时、1 h、当班、当天等)、分设备的开、停信号、压力、温度、真空度、时间信号、物料信号、电压、电流信号; 5. 在设备发生异常情况时, 能自动保存和备份数据, 重新开机后支持与 MES 系统进行通讯交互; 6. 具备断电保护功能, 适时将得到的数据保存到电脑硬盘, 防止突然断电导致数据丢失, 且通电后能自动将检测前的数据导入到设备程序; 7. 通讯接口要求: 设备控制器, 如 PLC、DSP、PC 等以通过以太网端口输出所有信息, 系统必须预留以太网端口; 8. 设备需与上、下端设备实现联机控制, 如包括: 移栽装置。乙方设备上必须配置相应联接硬件, 并配合与相关设备的联接。
5	控制管理	1. 密码分级控制, 工艺参数可锁定。
6	记数功能	1. 生产极组数量、电芯数量、不合格数量。

7	电控系统	1. 控制柜与动力柜分箱设计； 2. 控制系统采用以太网传输、主从站控制方式； 3. 分散式布局，所有控制系统均集成在机械部件侧，各控制柜间采用网线传输，可靠性高、抗干扰、节约空间、便于维护； 4. 根据甲方需求，乙方全力配合完成总控联调项目。
---	------	---

5.3 设备运行精度

序号	内容	精度
1	极组定位精度	±0.5 mm
2	热压温度一致性	≤±3 ℃
3	焊印尺寸精度	±0.3 mm

6 模组装配过程控制

6.1 工艺技术要求

- 6.1.1 模组装配工艺宜采用环保的材料和工艺，以满足可持续发展的要求。
- 6.1.2 模组装配工艺应在材料选用、制造和回收等方面考虑环保要求。
- 6.1.3 模组装配工艺应加强对储能安全的保护，可使用安全阀、保险丝等安全措施，以避免电芯过热、过充、过放等安全问题的发生。
- 6.1.4 模组装配工艺的制造精度应满足方形锂离子电池质量和性能的要求。
- 6.1.5 模组装配过程，应增强对电池内部结构的监测和管理，及时发现和消除制造过程中的问题，以确保电芯的性能和稳定性都达到用户的要求。
- 6.1.6 采用新能源储存设备，应使用节能、环保型材料，从而降低电芯的能耗和排放。
- 6.1.7 应采用橡胶、海绵等软性材料对方形锂离子电池模组进行包装，以减少电芯在运输过程中的损坏，同时也便于储存和销售。
- 6.1.8 模组装配过程生产安全要求应符合 SJ/T 11798 的规定。

6.2 装配质量要求

- 6.2.1 电芯装配后产品质量应符合下列要求：
 - 整线防护要求：目视极组、电池外观无污染、无损伤；
 - 极片无因装配过程造成的移动、串动；
 - 极耳全程带保护，无下垂、变形，无因装配过程造成的破损、折叠；
 - 极组极耳束、电池壳体 and 顶盖焊接强度符合技术要求；
 - 极耳束折弯符合技术要求；
 - 在超声预焊、终焊和折极耳的过程中，严禁正、负极接触，严禁正、负极片接触壳体，保证不因装配过程造成短路；
 - 电池壳体和顶盖焊接密封性符合技术要求；
 - 极组称重至一次氦检段一次合格率≥99 %（不包含来料不合格）；
 - 密封钉焊接至二次氦检段一次合格率≥99.5 %（不包含来料不合格）。