



中华人民共和国国家标准

GB/T 47292.3—2026

锂离子电池生产质量管理 第3部分：电池单体过程管控与成品测试

Lithium ion battery good manufacturing practice—
Part 3: Cell process control and finished product testing

2026-03-31 发布

2027-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 通则	2
6 总合格率	3
7 综合能耗	4
8 厂房综合利用率	4
9 防呆与追溯	5
9.1 总体要求	5
9.2 防呆	5
9.3 追溯	5
10 技术清洁度	5
11 极片加工	6
11.1 总体要求	6
11.2 制浆	6
11.3 涂布	7
11.4 极片制备	9
12 卷绕/叠片装配	11
12.1 卷绕/叠片	11
12.2 整形	13
12.3 极耳超声波焊接	13
12.4 转接片激光焊接	14
12.5 包绝缘膜	14
12.6 壳体壳盖激光焊接	15
12.7 顶侧封	16
12.8 电池烘烤	16
12.9 注液	17
12.10 浸润	17
12.11 化成	17
12.12 密封	17

13 成品测试	18
13.1 容量	18
13.2 壳电压	18
13.3 自放电	18
13.4 交流内阻	18
13.5 绝缘电阻	18
13.6 出货电压	18
13.7 尺寸	18
13.8 无损检测	19
13.9 重量	19
13.10 外观	19
参考文献	20



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。

本文件是 GB/T 47292《锂离子电池生产质量管理》的第 3 部分。GB/T 47292 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：总体要求；
- 第 2 部分：电池材料管控；
- 第 3 部分：电池单体过程管控与成品测试；
- 第 4 部分：电池组过程管控与成品测试。

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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部 and 全国产品缺陷与安全管理标准化技术委员会 (SAC/TC 463) 共同归口。

本文件起草单位：宁德时代新能源科技股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、国家市场监督管理总局缺陷产品召回技术中心、宁德新能源科技有限公司、浙江锂威能源科技有限公司、中创新航科技集团股份有限公司、厦门海辰储能科技股份有限公司、天津力神聚元新能源科技有限公司、安克创新科技股份有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、华为技术有限公司、江苏中兴派能电池有限公司、北京海博思创科技股份有限公司、江西赣锋锂电科技股份有限公司、郑州比克电池有限公司、陕西顷刻能源科技有限公司、瑞浦赛克动力电池有限公司、珠海冠宇电池股份有限公司、深圳市豪鹏科技股份有限公司、安徽利维能动力电池有限公司、楚能新能源股份有限公司、赣州诺威科技有限公司、广东能源集团科学技术研究院有限公司、中国质量认证中心有限公司、东莞新能德科技有限公司、欣旺达动力科技股份有限公司、华为终端有限公司、OPPO 广东移动通信有限公司、深圳市比亚迪锂电池有限公司、北京小米移动软件有限公司、深圳市安汇能科技有限公司。

本文件主要起草人：何鹏林、唐鸣浩、肖凌云、李放、李振刚、王晓冬、李艳、贺兴、刘海婷、张红波、于晓晴、吴恋伟、龚永锋、李洋、刁玉赞、曹晓艳、李希尧、武行兵、王尤生、梁巍、侯杨、孔令坤、柳亚梅、刘晓龙、王清祥、葛彦锟、黄晓伟、王垒、杨庆亨、温恒、刘钰昭、王道龙、周辉、解燕、马良琪、胡峰燕、钟斌、万明旺、徐丽华、王权康、张远杰、黄华英、杨捷、罗建国。



引 言

锂离子电池是覆盖化学、物理、机械等多学科的产物,其生产制造流程复杂精密,与传统制造业相比,存在生产节奏快、规模化程度高、柔性化需求强等显著差异。随着应用场景的不断拓展,市场对产品质量、一致性及安全性的要求大幅提升。传统制造业“百万级”失效率的六西格玛制造水平已无法满足需求,在动力、储能和消费型电池的大规模工业化生产和应用中,需实现“十亿级”失效率的标准。这对锂离子电池生产质量管理提出了更高要求,为达成上述质量与安全要求,亟需构建完善的锂离子电池生产过程质量管理标准。

GB/T 47292 旨在为锂离子电池生产制造提供管理依据,拟由四个部分构成。

- 第 1 部分:总体要求。目的在于确立锂离子电池生产过程总体框架,并规定质量目标、质量策划、资源要求、关键过程质量控制、防呆及追溯管理、不合格品管理、变更管理要求和产品质量回顾分析。
- 第 2 部分:电池材料管控。目的在于规范锂离子电池生产过程中电池材料质量,并规定电池材料的供应商管理、来料接收、检测、仓储、追溯等要求。
- 第 3 部分:电池单体过程管控与成品测试。目的在于规范锂离子电池单体质量,并规定防呆与追溯、技术清洁度、极片加工、卷绕/叠片装配及成品测试等要求。
- 第 4 部分:电池组过程管控与成品测试。目的在于规范电池组质量,并规定防呆与追溯、技术清洁度、静电放电防护、电池单体前加工、激光焊接、产品贴附、电池组加工、电池单体成组、模组入箱、结构连接、电连接及成品测试等要求。

锂离子电池生产质量管理

第3部分：电池单体过程管控与成品测试

1 范围

本文件规定了锂离子电池单体生产过程中的通则、总合格率、综合能耗、厂房综合利用率、防呆与追溯、技术洁净度、极片加工、卷绕/叠片装配及成品测试等要求。

本文件适用于动力、储能和消费型锂离子电池单体生产企业生产过程质量管理。

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 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 34014 汽车动力蓄电池编码规则
- GB/T 45565 锂离子电池编码规则
- GB 50073—2013 洁净厂房设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锂离子电池单体 lithium ion cell

依靠锂离子在正极和负极之间移动实现化学能与电能相互转化，并被设计成可充电的装置。

注1：包括电极、隔膜、电解质、容器和端子等。

注2：锂离子电池单体一般也称为“电池单体”。

3.2

防呆 error-proofing

一种通过设计手段或程序控制，从源头上预防因人为疏忽、操作失误或非主观故意行为而导致产品或系统发生错误、缺陷或事故的工程技术与管理方法。

3.3

失重率 weight loss ratio

注1：表征极片烘干程度的指标。

失重率 = $(1 - \text{极片烘干后的重量} / \text{极片烘干前的重量}) \times 100\%$ 。

注2：烘干前指涂布后且经过烘箱干燥后，失重率测试烘干前极片。

3.4

裸电芯 bare cell

通过卷绕或叠片工序，将正、负极极片和隔离膜片按照一定的要求组装后的半成品。

3.5

整形 bare cell forming

对裸电芯施加压力,使其达到预定尺寸和形状的工艺过程。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BEV:纯电动汽车(Battery Electric Vehicle)

CCD:电荷耦合器件(Charge-coupled Device)

COV:变异系数(Coefficient of Variation), $COV = (\text{样本标准差} / \text{样本平均值}) \times 100\%$

FS:满量程(Full Scale)

HEV:混合动力汽车(Hybrid Electric Vehicle)

PHEV:插电式混合动力汽车(Plug-in Hybrid Electric Vehicle)

%P/T:测量系统的变异占产品规格公差范围的比例(Percentage of Tolerance)

5 通则

5.1 按照锂离子电池单体生产过程的总体合格率水平、综合能耗水平、厂房综合利用率、半成品/成品性能指标,如磁性异物含量、涂布正反面错位、极片涂布面密度一致性、极片厚度偏差、容量一致性等,基于行业现有水平划分为限定值(C级)、目标值(B级)和先进值(A级),锂离子电池单体生产企业应至少满足C级要求。

5.2 企业应持续对锂离子电池单体生产水平(包括但不限于5.1所列指标)进行管控,并对全生产过程关键参数和物料进行系统防呆,实现产品全生命周期的追溯。

5.3 锂离子电池单体生产过程的关键指标适用范围见表1。

5.4 其他类型电池单体根据工艺选择动力型/储能型项目或消费型项目。

表1 锂离子电池单体生产过程关键指标适用范围

标准章节		动力/储能型	消费型
6 总合格率		●/—	—
7 综合能耗		●/—	—
8 厂房综合利用率		●/—	—
9 防呆与追溯		●	●
10 技术清洁度		●	●
11 极片加工	11.1 总体要求	●	●
	11.2 制浆	●	●
	11.3 涂布	●	●
	11.4 极片制备	●	●

表 1 锂离子电池单体生产过程关键指标适用范围 (续)

标准章节	动力/储能型	消费型
12 卷绕/叠片装配	12.1 卷绕/叠片	●
	12.2 整形	●
	12.3 极耳超声波焊接	●
	12.4 转接片激光焊接	●
	12.5 包绝缘膜	●
	12.6 壳体壳盖激光焊接	●
	12.7 顶侧封	●
	12.8 电池烘烤	●
	12.9 注液	●
	12.10 浸润	●
	12.11 化成	●
	12.12 密封	●
13 成品测试	13.1 容量	●
	13.2 壳电压	●
	13.3 自放电	●
	13.4 交流内阻	●
	13.5 绝缘电阻	●
	13.6 出货电压	●
	13.7 尺寸	●
	13.8 无损检测	●
	13.9 重量	●
	13.10 外观	●

注：“●”表示该条款适用，“—”表示该条款不适用。正文中具体条目有备注不适用的，以正文标注为准。

6 总合格率

企业应对各工序的合格率以及总合格率进行监控，总合格率应满足表 2 要求。

- a) 总合格率统计工序包含极片加工(涂布、极片制备)、卷绕/叠片、整形、极耳焊接、转接片焊接、壳体壳盖焊接或封装、电池烘烤、注液、浸润、化成及成品测试工序等；总合格率应采用自动化系统采集数据，减少人为误差。
- b) 总合格率统计应在产品稳定量产期间，统计数量不小于日设计产能×70%，或投产 60 d 后。

表 2 总合格率要求

等级	A 级	B 级	C 级
动力型锂离子电池	≥94%	≥91%	≥89%
<p>注 1: 总合格率等于各单工序合格率乘积,电极以正极合格率计算整体合格率。满足该工序过程质量控制要求的产品(含返工品)判定为最终合格品。</p> <p>注 2: 企业宜统计并监控“一次合格率”,作为衡量过程质量与能力的内控指标。</p>			

注: 本章适用于动力型锂离子电池企业,储能型、消费型锂离子电池企业根据企业实际情况参考执行。

7 综合能耗

锂离子电池单体综合能耗统计范围及计算方式应满足 GB/T 2589 的要求,锂离子电池单体综合能耗规格应满足表 3 的要求。

表 3 锂离子电池单体单位产品综合能耗规格要求

等级	A 级		B 级		C 级	
	kgce/(kW·h)	kW·h/(kW·h)	kgce/(kW·h)	kW·h/(kW·h)	kgce/(kW·h)	kW·h/(kW·h)
动力型锂离子电池	≤4	≤33	≤6	≤49	≤8	≤65
<p>注 1: 锂离子电池单体单位产品综合能耗指统计报告期内,锂离子电池单体产品生产全过程中实际消耗的各种能源实物量,按规定的计算方法和单位分别折算后得到的总和,与报告期内该类锂离子电池单体合格产品的实物产量(符合相关强制性国家标准或合同要求的正常生产过程中锂离子电池单体产量)的比值。</p> <p>注 2: 本表适用于锂离子电池单体工厂产能满产率不小于 70% 的情形,不适用于中试线、满产率小于 70% 的产线,其中满产率=(实际产能/设计产能)×100%。</p> <p>注 3: 能耗统计范围为材料到电池单体生产检测完成入库的制造全过程,不包含电池材料及电池组生产过程。</p> <p>注 4: 能耗限额等级不适用于非满产或非上述表格中的产品类型。</p> <p>注 5: 依据 GB/T 2589 中电力(当量)的折标系数,发电量 1 kW·h=0.122 9 kgce。</p> <p>注 6: 能耗统一为标煤或电能,采用如下方式折算。kW·h/(kW·h)是用电能表示的生产每千瓦时锂离子电池单体的能源消耗量,由电力(当量值)折标准煤系数折算得到。</p> <p>注 7: 配套的生活设施与研发设施、独立于生产系统存在或能与生产系统分开统计的办公设施,不包括在边界中。原料的提炼生产工序用能不计入产品综合能耗中。</p>						

注: 本章适用于动力型锂离子电池企业,储能型、消费型锂离子电池企业根据企业实际情况参考执行。

8 厂房综合利用率

厂房(锂离子电池单体生产区域)应根据所生产电池的特性、工艺流程等要求合理设计、布局和使用,以确保厂房合理利用,设计年单位 GW·h 产出所占厂房面积规格要求应满足表 4 要求。

表 4 设计年单位 GW·h 产出所占厂房面积规格要求

等级	A 级	B 级	C 级
单位 GW·h 厂房面积/m ²	≤8 000	≤10 000	≤12 000

注：本章适用于动力型锂离子电池企业，储能型、消费型锂离子电池企业根据企业实际情况参考执行。

9 防呆与追溯

9.1 总体要求

企业应建立防呆、追溯系统，对所有物料（包括电池材料、半成品物料和成品）及其状态进行标识，防止从电池材料接收到整个生产制造过程中，物料的混淆和误用，并通过适当的数据存储实现产品全生命周期的可追溯性。为确保防呆、追溯的可靠性，物料标识码应满足以下要求：

- a) 电池材料、半成品物料标识码的编码规则按照企业要求明确定义，且具有唯一性；
- b) 成品标识码的编码规则满足 GB/T 34014 或 GB/T 45565 等标准编码要求。

9.2 防呆

锂离子电池单体生产过程应具备全流程自动标识和拦截功能，避免不良品被接收和流出，防呆系统应满足以下要求：

- a) 各工序生产前，系统通过扫描物料标识码，自动校验物料状态，拦截不合格物料，包括电池材料和半成品物料；
- b) 各工序生产过程中，系统或设备对该工序关键的过程控制参数、过程检验结果自动监测与判定，对判定不通过的不合格品标识不合格代码并拦截。

9.3 追溯

锂离子电池单体应具备产品全生命周期的追溯功能，追溯系统应满足以下要求。

- a) 追溯信息至少包含生产工厂、生产线、工序步骤和各工序的生产日期及生产开始时间、生产结束时间、操作者信息、设备编号、物料信息、过程控制参数规格及实际值（含单位）、过程检测结果（含首检）、车间环境（温度、湿度、洁净度）等。
- b) 从电池单体到半成品、到电池材料各层级的信息追溯。
- c) 追溯信息上传系统存储。
- d) 极片、焊缝 CCD 检测不良图片类数据保存周期分别不小于 15 d（消费型）和 3 个月（动力、储能型），企业可根据内部质量管控或客户需求评估是否加长保存时间；数字类数据保存周期应满足：
 - 1) 消费型锂离子电池保存周期不小于 3 年；
 - 2) 动力/储能型锂离子电池保存周期不小于产品质保年份或客户要求年份。

10 技术清洁度

企业应全面识别和控制从产品设计、工艺开发、设备开发到量产放行及电池材料供应中的异物颗粒风险。应满足以下要求：

- a) 根据产品类型、客户需求或场景制定合理的异物颗粒规格；

- b) 电池材料供应商来料异物颗粒管控及装配、设备生产过程中产生的异物颗粒需符合标准或无法传递到产品；
- c) 定期通过落尘粘纸或颗粒物提取仪器监控产品及环境中的异物颗粒,使用显微镜分析其尺寸,并进行管理；
- d) 存在机械切割等可能产生异物颗粒的工序需监测设备洁净能力；
- e) 厂房主要生产工序环境满足 GB 50073—2013 中第 1 章~第 4 章、第 6 章、第 9 章规定的洁净度要求。

11 极片加工

11.1 总体要求

正极与负极的极片加工应独立布置,正、负极极片车间需完全隔开,避免正、负极之间的粉尘交叉污染。极片加工过程包括投料系统、制浆、涂布及极片制备。

11.2 制浆

11.2.1 过程控制

11.2.1.1 投料

企业应配备自动投料系统,确保投料准确,避免人为差错导致的误投、错投,投料满足:

- a) 自动投料设备应具备除磁功能；
- b) 物料切换前对搅拌罐和浆料输送管道进行清洗,并对清洗效果进行检查；
- c) 物料自动称重和加注,加注管道密封(不适用于消费型锂离子电池)；
- d) 投料种类、顺序和比例通过自动投料系统控制(不适用于消费型锂离子电池)。

11.2.1.2 搅拌分散

搅拌分散过程满足以下要求。

- a) 整个搅拌过程中,搅拌罐应处于密封状态,避免异物引入。
- b) 设备应具备超控制规格报警、停机功能。
- c) 搅拌分散完成后的浆料应满足:
 - 1) 进行去除磁性异物操作,磁场强度大于或等于 8 000 Gs。
 - 2) 采用密封设备或管道进行转移；
 - 3) 有明确的存储时间管控要求,管控规格根据浆料特性进行定义,并进行实时监控。

11.2.2 产品检测

11.2.2.1 黏度

企业应根据不同黏度范围,选择合适的测量仪器进行浆料黏度检测并记录检测结果,检测结果应满足设计规格。

- a) 测试样本的性能应能代表整批次浆料的性能,为确保测试准确性,测试条件应明确定义:
 - 1) 取样的位置；
 - 2) 取样的样本数；
 - 3) 单个样本的重量或体积；
 - 4) 测试温度、湿度。



b) 若检测结果不满足过程稳定性要求,需有额外的管控措施和防流出措施。

11.2.2.2 固含量

企业宜对浆料固含量进行检测和记录,检测结果应满足设计规格及过程质量控制要求。

11.3 涂布

11.3.1 过程控制

为确保浆料涂布面密度、涂布宽度和涂布位置等满足产品质量要求,涂布过程应满足以下要求:

- 设备具备基材放卷和极片收卷张力控制功能;
- 设备具备基材和极片的运动偏移量控制功能;
- 设备具备去除极片表面磁性异物的功能;
- 涂布烘箱干燥风进入烘箱前需进行过滤;
- 实时监控涂布泵速、烘干温度、风频,设备具备超规格报警功能。

11.3.2 产品检测

11.3.2.1 涂布尺寸

企业应对涂布宽度、正反面涂布错位尺寸[如图 1a)和 b)所示,包括正面涂布宽度超出反面和反面涂布宽度超出正面两种情况]实时在线检测并记录,尺寸不合格产品不准许返工,检测设备包括但不限于光纤/CCD 等。涂布尺寸应满足以下要求:

- 宽度规格合理设计,正反面错位规格满足表 5 要求;
- 检测系统分辨率小于或等于公差带 1/10。

注:涂布宽度在线检测不适用于间隙涂布。

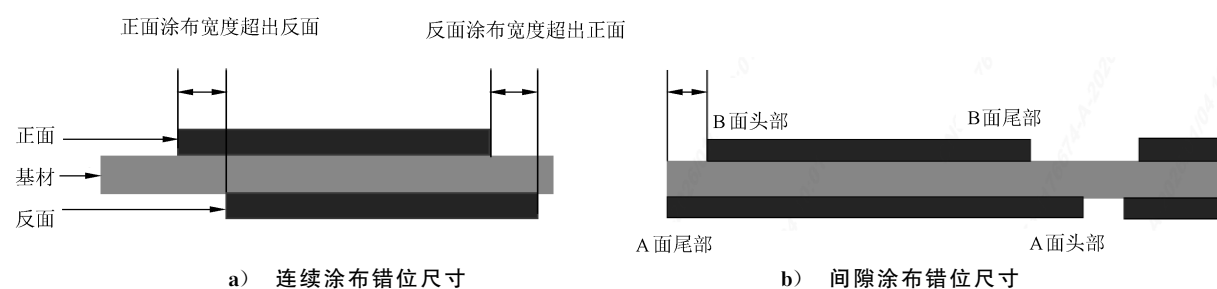


图 1 涂布错位尺寸

表 5 正反面错位规格要求

单位为毫米

类型	各等级正反面错位规格要求		
	A 级	B 级	C 级
动力/储能型锂离子电池-正极涂布	≤0.5	≤0.6	≤0.8
动力/储能型锂离子电池-负极涂布	≤0.8	≤1.0	≤1.2
消费型锂离子电池-连续涂布	≤0.4		
消费型锂离子电池-间隙涂布	≤1.5		

11.3.2.2 涂布削薄

生产过程中应对正、负极的削薄区削薄厚度、削薄宽度(见图 2)进行监控,监控点不少于 3 个,监控点位置、监控频次应明确定义且削薄规格需满足制造商规定,削薄不合格产品不允许返工。

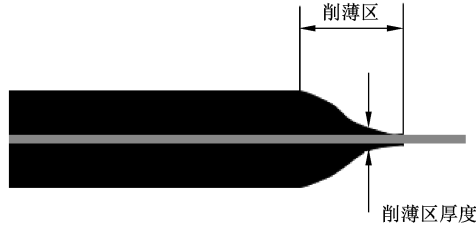


图 2 削薄区尺寸

11.3.2.3 涂布面密度

生产过程中应对涂布面密度实时检测并记录,面密度不合格产品不准许返工,面密度检测结果应满足过程质量控制要求。涂布面密度一致性应采用 COV 评价,规格应满足表 6、表 7 要求。

表 6 涂布面密度 COV 规格要求(动力/储能型)

涂布面密度(不含基材)	单面/双面	各等级规格要求		
		A 级	B 级	C 级
正极单面 ≥ 200 mg/1 540.25 mm ²	单面	$\leq 0.45\%$	$\leq 0.55\%$	$\leq 0.65\%$
正极双面 ≥ 400 mg/1 540.25 mm ²	双面	$\leq 0.35\%$	$\leq 0.45\%$	$\leq 0.55\%$
正极单面 < 200 mg/1 540.25 mm ²	单面	$\leq 0.9/\text{重量均值}$	$\leq 1.1/\text{重量均值}$	$\leq 1.3/\text{重量均值}$
正极双面 < 400 mg/1 540.25 mm ²	双面	$\leq 1.4/\text{重量均值}$	$\leq 1.8/\text{重量均值}$	$\leq 2.2/\text{重量均值}$
负极单面 ≥ 100 mg/1 540.25 mm ²	单面	$\leq 0.65\%$	$\leq 0.75\%$	$\leq 0.8\%$
负极双面 ≥ 200 mg/1 540.25 mm ²	双面	$\leq 0.4\%$	$\leq 0.5\%$	$\leq 0.55\%$
负极单面 < 100 mg/1 540.25 mm ²	单面	$\leq 0.65/\text{重量均值}$	$\leq 0.75/\text{重量均值}$	$\leq 0.8/\text{重量均值}$
负极双面 < 200 mg/1 540.25 mm ²	双面	$\leq 0.8/\text{重量均值}$	$\leq 1.0/\text{重量均值}$	$\leq 1.1/\text{重量均值}$

注:重量均值采用无量纲的数字参与计算。涂布面密度指不包含基材的面密度数值,检测设备需要满足 %P/T<20% 质量要求。

表 7 涂布面密度 COV 规格要求(消费型)

涂布面密度(不含基材)	单面/双面	COV 规格
正极单面 $\leq 200 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	单面	$\leq 0.65\%$
正极双面 $\leq 400 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	双面	$\leq 0.55\%$
$200 \text{ mg/1 540.25 mm}^2 < \text{正极单面} \leq 300 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	单面	$\leq 0.43\%$
$400 \text{ mg/1 540.25 mm}^2 < \text{正极双面} \leq 600 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	双面	$\leq 0.36\%$
$300 \text{ mg/1 540.25 mm}^2 < \text{正极单面} \leq 400 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	单面	$\leq 0.32\%$
$600 \text{ mg/1 540.25 mm}^2 < \text{正极双面} \leq 800 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	双面	$\leq 0.27\%$
负极单面 $\leq 50 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	单面	$\leq 1.4\%$
负极双面 $\leq 100 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	双面	$\leq 1.2\%$
$50 \text{ mg/1 540.25 mm}^2 < \text{负极单面} \leq 100 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	单面	$\leq 0.7\%$
$100 \text{ mg/1 540.25 mm}^2 < \text{负极双面} \leq 200 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	双面	$\leq 0.6\%$
$100 \text{ mg/1 540.25 mm}^2 < \text{负极单面} \leq 200 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	单面	$\leq 0.35\%$
$200 \text{ mg/1 540.25 mm}^2 < \text{负极双面} \leq 400 \text{ mg/1 540.25 mm}^2$	双面	$\leq 0.3\%$

11.3.2.4 失重率

生产过程中应对涂布失重率进行检测并记录,检测结果满足过程质量控制要求。

11.4 极片制备

11.4.1 过程控制

11.4.1.1 极片辊压

极片辊压过程应满足以下要求:

- 有明确的辊压压力和速度管控要求,管控规格合理定义,并实时监控;
- 定期对压辊进行清洁,清洁频次和方法有明确定义,且对压辊寿命进行管控。

11.4.1.2 极耳成型与极片分切

应明确定义并实施极片尺寸、切边毛刺(含极耳成型毛刺)的管控措施,过程应满足以下要求:

- 有明确的切割速度、张力、除尘风速管控要求,管控规格合理定义,并实时监控;
- 切割位置具备实时除尘功能,并与设备运行联动防呆或进行除尘开启点检确认,当除尘功能未开启时设备无法启动;
- 极耳成型与极片分切设备具备自动纠偏、张力控制、自动除尘功能及极片除磁功能。

11.4.2 产品检测

11.4.2.1 极片厚度

企业应实时在线检测并记录极片厚度,检测结果应满足规格要求,厚度偏差应满足表 8 要求。

表 8 极片厚度偏差规格要求

单位为微米

等级	A 级	B 级	C 级
负极极片厚度偏差(动力/ 储能型锂离子电池)	≤ 2.5	≤ 3	≤ 3.5
正极极片厚度偏差(动力/ 储能型锂离子电池)	≤ 2	≤ 3	≤ 3.5
负极极片厚度偏差 (消费型锂离子电池)	≤ 2		
正极极片厚度偏差 (消费型锂离子电池)	≤ 1.5		
注：表中数值表示允许的最大绝对偏差。例如，A 级负极极片厚度偏差控制在设计值的 $\pm 2 \mu\text{m}$ 以内。			

11.4.2.2 极片剥离力

生产过程中应对极片剥离力进行检测并记录,检测结果应满足过程质量控制要求。消费型锂离子电池单体企业可根据自身质量要求和客户需求评估是否测量。

11.4.2.3 极片尺寸

极片尺寸应满足以下要求:

- 分切后的极片尺寸规格满足设计规格,极片尺寸包括极片宽度、极片长度(若有)、极耳宽度(若有)、极耳高度(若有)、极耳间距(若有);
- 企业应实时检测并记录极片尺寸,检测结果满足设计要求(消费型电池无在线检测要求)。

注:在线检测系统分辨率小于或等于公差带 1/10,极片尺寸在线检测系统检测误差小于或等于 0.15 mm(极片尺寸),极耳尺寸在线检测系统检测误差小于或等于 1 mm(极耳尺寸)。

11.4.2.4 激光切割热影响区

负极激光切割区域宜监控热影响区,热影响区宽度不大于正极与负极极片边缘对齐度规格下限。

注:本条不适用于消费型锂离子电池。

11.4.2.5 外观

企业应实时在线检测并记录极片外观。极片破损、漏涂、划痕、极耳翻折等外观不良应能被有效检测并标识或自动排出异常产品至特定区域,检测范围覆盖整个极片区域,针对极片外观存在复杂不定型的异常形态,需使用人工智能检测系统进行质检。检测能力应满足表 9 要求。

表 9 极片外观异常检测能力要求

等级	A 级	B 级	C 级
检测能力	过检率<0.5% 漏检率<5 ppm	过检率<0.8% 漏检率<10 ppm	过检率<1% 漏检率<20 ppm

注：消费型锂离子电池要求企业具备过检率和漏检率计算能力，表 9 过检率和漏检率具体要求不适用。

11.4.2.6 极片毛刺

五金切割、激光切割等切割方式后粘附在极片上的毛刺或熔珠统称为毛刺。极片分切边毛刺规格应合理定义，卷绕或叠片正、负极边缘采用非对齐的设计（即负极完全覆盖正极边缘，不允许出现边缘平齐的设计），端面毛刺高度小于隔膜厚度下限；卷绕或叠片正、负极边缘采用对齐的设计（即无负极完全覆盖正极边缘的需求，可能出现正负极边缘平齐），端面毛刺高度小于隔膜厚度下限 1/2。隔膜厚度为基膜加涂层（若有）厚度。端面毛刺见图 3。为确保毛刺检测准确可靠，毛刺取样及检测应满足以下要求：

- 取样使用正常极片，极片外观无明显异常；
- 取样的极片长度需超过分切刀周长，测试区域至少覆盖 R 角（若有）、极耳边（若有）、模切边及分条边；
- 样品的生产日期、机台、膜卷等信息清晰标记；
- 样品转运、测量过程中员工不允许触碰切断位；
- 测量频次不低于 1 次/班（正极）、1 次/周（负极），且产品换型、切刀更换或调整后应立即测量，并记录测量结果。

注：若在叠片工序有二次分切，11.4.2.6 不作要求，在叠片工序对毛刺进行检测。

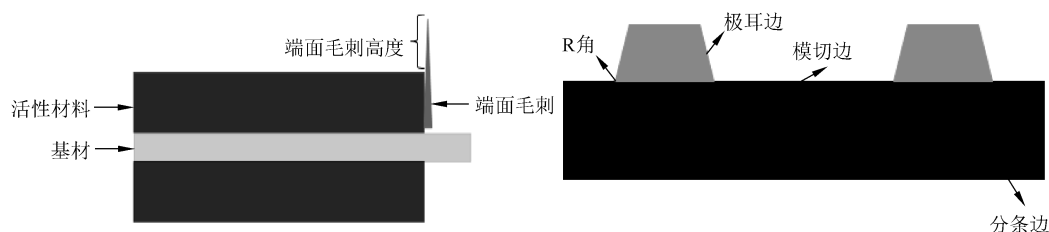


图 3 端面毛刺

12 卷绕/叠片装配

12.1 卷绕/叠片

12.1.1 过程控制

为确保裸电芯性能满足设计规格和过程质量要求，卷绕/叠片过程应满足以下要求：

- 上料前通过扫码等方式系统核对物料信息，上料过程避免极片和隔膜撞伤；
- 极片张力、走带速度应合理设计，设备具备张力控制系统；
- 设备具备自动纠偏功能，确保极片对齐度尺寸和隔膜包覆尺寸满足设计要求；
- 设备具备极片、隔膜长度控制功能，确保极片、隔膜长度满足设计要求；
- 极片切断位具备自动除尘功能，并与设备运行联动防呆或进行除尘开启点检确认，当除尘功能

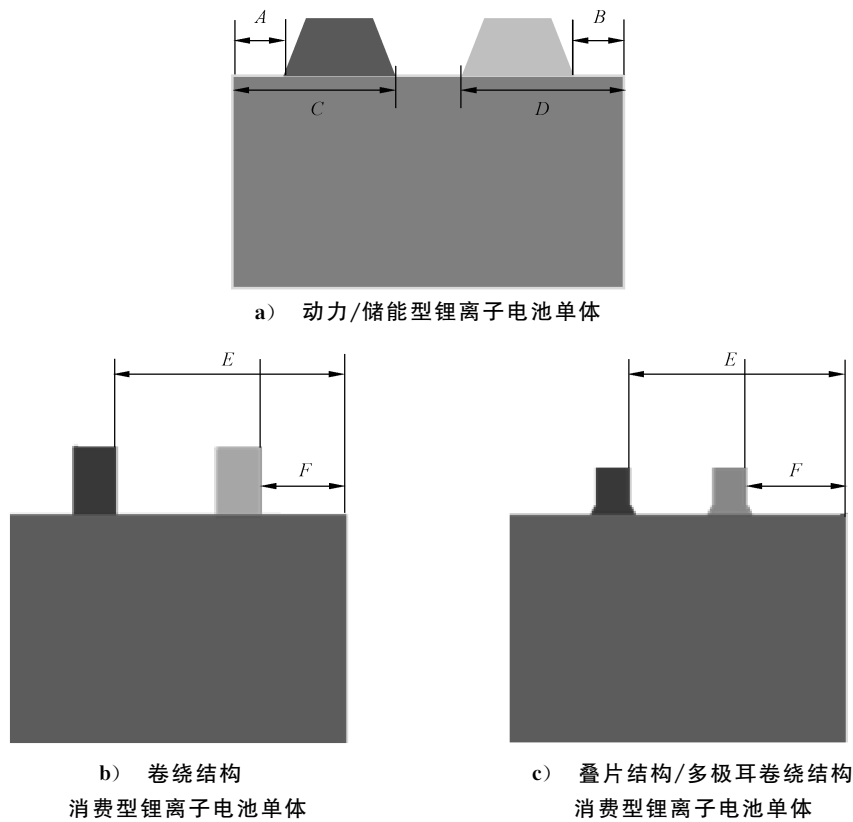
未开启时设备无法启动；

- f) 裸电芯下料和转运过程避免撞击、磕碰、划伤；
- g) 设备具备对前工序的极片不良标签进行检测的功能。

12.1.2 产品检测

12.1.2.1 裸电芯尺寸

裸电芯中,正、负极极片和隔膜的对齐度规格应合理设计,当工序生产过程中,正负极对齐度应实时在线检测并记录,若无法满足,应至少保证裸电芯具备 100%正负极片相对位置的检测,确保负极有效面积完全覆盖正极有效面积,隔膜完全覆盖负极有效面积。裸电芯的极耳边距见图 4,应合理设计。极耳错位应 100%检测并记录。圆柱电池应对裸电芯的直径进行合理设计,并检测。



标引符号说明:

- A —— 负极耳外侧到裸电芯边缘距离;
- B —— 正极耳外侧到裸电芯边缘距离;
- C —— 负极耳内侧到裸电芯边缘距离;
- D —— 正极耳内侧到裸电芯边缘距离;
- E —— 负极耳内侧到裸电芯边缘距离;
- F —— 正极耳外侧到裸电芯边缘距离。

图 4 极耳边距

12.1.2.2 外观

生产过程避免极片、隔膜损坏等情况发生,生产过程或卷绕/叠片后应对裸电芯极片和隔膜的褶皱、破损划痕进行检测,对极耳翻折、胶纸位置进行在线检测,并记录检测结果。

注: 极耳翻折仅适用于同一位置多极耳对齐结构。

12.1.2.3 毛刺

裁切位毛刺对应区域需有贴胶保护,或切断位与对面极片极性相同。若不满足此要求,极片端面毛刺超出极片高度应不大于隔膜厚度下限。

12.2 整形

12.2.1 过程控制

整形过程中,动力及储能型应满足,消费型宜满足以下要求:

- a) 明确定义整形压力、时间、温度的管控要求,并进行在线监控和记录;
- b) 设备具备超压、超时、超温报警功能;
- c) 设备具备安全防护装置;
- d) 整形压板表面无破损、无异物。

注:本条不适用于圆柱电池。

12.2.2 产品检测

12.2.2.1 绝缘性能

绝缘性能检测应满足以下要求:

- a) 绝缘测试电压、时间合理设计,并进行在线监控和记录;
- b) 裸电芯绝缘测试规格合理定义,并进行在线检测和记录。

12.2.2.2 外观

裸电芯外观不应出现不符合外观判定基准的划伤、压伤、破损及严重的凹坑、脏污等异常。

12.3 极耳超声波焊接

12.3.1 过程控制

为确保裸电芯性能满足设计规格和过程质量要求,超声波焊接过程应满足以下要求。

- a) 上料前核对物料信息,上料过程确认焊接件或极耳放置方向。
- b) 焊接振幅、压力、能量、时间规格合理设计,并对能量进行在线监控和记录。
- c) 设备具备除尘功能,能有效去除焊接产生的金属杂质。
- d) 若不能确保焊接产生的金属杂质被全部清除,还需具备有效的防护措施并对防护措施 100% 检测,避免杂质从焊印处脱落,掉入裸电芯。
- e) 焊接设备具备焊头类型和使用次数识别能力,并对焊头寿命进行管控,焊头寿命到期后设备自动锁定。焊头的更换和维护记录被有效记录。

12.3.2 产品检测

12.3.2.1 焊接强度



12.3.2.1.1 应合理定义焊接强度检测方法和规格,并对焊接强度进行检测和记录,焊接强度不合格产品不准许返工,检测设备可采用拉力机。检测过程应满足以下要求:

- a) 样品外观无变形、撞击、磕碰等异常;
- b) 清晰标记样品的生产日期、机台、产品型号等信息;
- c) 拉力测试后转接片或极耳上焊印残留面积满足规格。

12.3.2.1.2 若检测结果不满足过程稳定性要求,应有额外的改善措施和防流出措施。

12.3.2.2 焊接外观

应确保焊印清晰,极耳无过焊、漏焊、歪斜等不良现象。

12.4 转接片激光焊接

12.4.1 过程控制

过程控制应满足以下要求:

- a) 上料前核对物料信息,上料过程中确保焊接部件正负极方向与裸电芯一致;
- b) 焊接功率、离焦量、速度应合理设计,并对以上过程参数及焊接外观进行在线监控和记录;
- c) 设备具备除尘功能,能有效去除焊接产生的金属杂质;
- d) 若不能确保焊接产生的金属杂质被全部清除,还需具备有效的防护措施并对防护措施 100% 检测,避免杂质从焊印处脱落,掉入裸电芯。

注:本条不适用于软包电池。

12.4.2 产品检测

12.4.2.1 焊接强度

应合理定义焊接强度的检测方法和规格,并对焊接强度进行检测和记录,检测设备可采用拉力机,残留面积检测设备可采用光学显微镜,检测过程还应满足以下要求:

- a) 样品外观无变形、撞击、磕碰等异常;
- b) 清晰标记样品的生产日期、机台、产品型号等信息;
- c) 拉力测试后转接片或顶盖上焊印面积满足规格。

12.4.2.2 焊接熔深、熔宽

应合理定义焊接熔深、熔宽的检测方法和规格,并对熔深、熔宽进行检测和记录。检测设备宜采用光学显微镜或 CCD。

12.4.2.3 焊接外观

企业应对电池单体焊印外观进行在线检测,自动判定断焊、针孔、爆点等异常。

注 1: 断焊指焊接区域未形成完整的连接,焊印不连续或存在间断,导致电极、极耳或电芯部件之间的连接失效。

注 2: 针孔指焊接表面出现的小孔洞,通常直径在微米级(μm),可能穿透焊印或局部未封闭。

注 3: 爆点指焊接过程中因能量集中导致的金属局部飞溅或气泡突然破裂,形成凸起、凹坑或飞溅物附着在焊印表面。

12.5 包绝缘膜

12.5.1 过程控制

过程控制应满足以下要求:

- a) 上料前核对物料信息;
- b) 绝缘膜热熔温度、热熔时间、压力应合理设计,并进行在线监控。

注:本条不适用于圆柱电池。

12.5.2 产品检测

12.5.2.1 外观

应确保绝缘膜完全包覆裸电芯,绝缘膜外观无破损。

注:本条不适用于圆柱电池。

12.5.2.2 极耳形貌

包绝缘膜后或顶盖焊接后应对极耳形貌进行检测,避免极耳内折插入裸电芯内部。

12.6 壳体壳盖激光焊接

12.6.1 过程控制

过程控制应满足以下要求:

- a) 上料前核对物料信息;
- b) 焊接功率、离焦量、速度应合理设计,并进行在线监控和记录;
- c) 设备具备除尘功能,能有效去除焊接产生的金属杂质;
- d) 设备具备壳体壳盖装配过程的入壳力监控功能(仅适用于动力和储能型锂离子电池);
- e) 设备具备非焊接区域遮挡防护功能(仅适用于动力和储能型锂离子电池)。

12.6.2 产品检测

12.6.2.1 待焊区间隙检测

焊接前应对顶盖与壳体待焊区间隙进行检测。

注1:本条不适用于软包、圆柱结构锂离子电池。

注2:本条不适用于消费型锂离子电池。

12.6.2.2 焊接熔深、熔宽、翻边高度

企业应合理定义焊接熔深、熔宽、翻边高度的检测方法和规格,并对熔深、熔宽、翻边高度(若有)进行检测和记录。检测设备应采用光学显微镜或 CCD。若检测结果不满足过程稳定性要求,需有改善措施和防流出措施。

12.6.2.3 密封性

企业应合理定义顶盖焊接后的密封性检测方法和规格,并进行 100%密封性检测和记录。

12.6.2.4 焊缝拉爆强度

企业宜对焊接后焊缝的拉爆强度进行抽检(仅适用于动力和储能型锂离子电池)。

12.6.2.5 绝缘性能

企业应对顶盖焊接后的电池单体进行 100%绝缘性能检测,检测要求按照 12.2.2.1 执行。

12.6.2.6 外观

企业应对电池单体焊缝外观进行在线检测,外观不应有断焊、针孔、凸起、爆点、裂纹等异常。针对焊道外观存在复杂不定型的缺陷形态,需使用人工智能检测系统进行质检。检测能力应满足表 10 要求。

表 10 顶盖焊接焊道缺陷检测能力要求

等级	A 级	B 级	C 级
检测能力	过检率<0.5% 漏检率<5 ppm	过检率<0.8% 漏检率<50 ppm	过检率<1% 漏检率<100 ppm

注 1: 本条不适用于软包电池。

注 2: 消费型锂离子电池要求企业具备过检率和漏检率计算能力,表 10 过检率和漏检率具体要求不适用。

12.7 顶侧封

12.7.1 过程控制

封装温度、封装时间、封装压力应合理定义,并进行在线监控和记录。裸电芯入壳时,在线实时监控裸电芯在壳体中的位置,确保在中间位置。

12.7.2 产品检测

12.7.2.1 封印厚度

企业应合理定义顶封、侧封封印厚度的检测方法和规格,并对封装厚度进行检测和记录。检测设备应采用千分尺或 CCD。

12.7.2.2 封装强度

企业应合理定义顶封、侧封、极耳位封装强度的检测方法和规格,并对封装强度进行检测和记录。检测设备宜采用拉力机。

12.7.2.3 绝缘性能

企业应对包装后的电池单体进行绝缘性能检测,检测要求参照 12.2.2.1。

12.7.2.4 极耳胶探出尺寸

企业应对极耳胶探出尺寸进行在线监测和记录。

注: 本条仅适用于软包类锂离子电池单体。

12.8 电池烘烤



12.8.1 过程控制

烘烤过程应满足以下要求:

- a) 烘烤温度、真空度、时间应合理设计,并进行监控和记录;
- b) 设备具备超温、超真空报警功能;
- c) 烘烤区厂房环境露点温度应小于或等于 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$,若烘烤后电池单体在封闭物流线运转,需确保密闭物流线内部环境露点温度小于或等于 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$,相应的厂房大环境湿度可相应放宽。

12.8.2 水含量检测

企业应合理定义电池单体水含量的检测方法和规格,并对水含量进行检测和记录。检测过程应满足以下要求:

- a) 检测的电池单体可代表整批次电池单体水含量水平；
- b) 取样位置可代表整个电池的水含量水平；
- c) 检测频次、样本数量、取样位置应明确定义。

12.9 注液

12.9.1 过程管控

注液过程应满足以下要求。

- a) 上料前核对物料信息。
- b) 具备电解液泄漏报警功能。
- c) 注液区厂房环境露点温度应小于或等于 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，若注液机为封闭设备，需确认设备内部环境露点温度小于或等于 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相应的厂房大环境湿度可相应放宽。
- d) 动力/储能型电池企业在电解液换型或注液管道清洗后，应对电解液水含量、氢氟酸含量进行检测。消费型锂离子电池企业针对电解液换型应定义流程规范并进行记录。

12.9.2 产品检测

企业应对注液量进行检测并记录，检测结果满足产品设计和过程质量管控要求。

12.10 浸润

浸润过程应满足以下要求：

- a) 浸润温度、时间应合理设计，并进行在线监控和记录；
- b) 浸润区厂房环境露点温度应小于或等于 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，对于浸润过程中处于密封状态的，可放宽湿度管控要求。

12.11 化成

化成过程满足以下要求：

- a) 化成温度、化成流程(包括电流、截止时间/电压等)、化成力(包括真空度或压力)应合理设计，并进行在线监控和记录；
- b) 设备具备电池超温、过充等异常报警功能或流程终止功能。化成区厂房环境露点温度应小于或等于 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，对于化成过程中处于密封状态的，可放宽湿度管控要求；
- c) 化成后电解液损失量应合理定义并100%检测(闭口化成不适用)；
- d) 软包结构电池化成工序应增加压板平整度点检；
- e) 企业应拆解确认化成工序(含)之后的电池单体的界面。

12.12 密封

企业应对密封后的电池单体进行密封性检测，检测过程应满足以下要求。

- a) 可采用热封区抽检(适用于铝塑膜外壳)，气压抽检(适用于钢壳圆柱电池)，氦检和/或焊缝在线检测(适用于其他外壳)等适当方法进行密封性检测，焊缝在线检测要求同12.6.2.6。检测结果应记录并符合产品设计规范。不合格品应予以隔离并处理。
- b) 针对激光焊接密封机构，应对焊接后焊缝熔深、熔宽进行检测和记录。

13 成品测试

13.1 容量

企业应对电池单体容量进行 100% 检验和记录。

动力/储能型电池单体容量一致性应采用 COV 评价,规格应满足表 11 要求。

表 11 电池单体容量 COV 规格要求

电池型号	各等级电池单体容量 COV 规格要求		
	A 级	B 级	C 级
BEV/PHEV/船用动力型/ 航空用等动力型/储能型 锂离子电池	$\leq 0.5\%$	$\leq 0.55\%$	$\leq 0.6\%$
HEV	$\leq 1\%$	$\leq 1.1\%$	$\leq 1.2\%$

容量测试过程应满足以下要求:

- a) 环境温度公差: $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 设备具备电池温度检测和超温报警功能;
- c) 设备电流精度小于或等于 1/1 000 FS;
- d) 电压精度小于或等于 1/1 000 FS;
- e) 测试流程和控制计划一致。

13.2 壳电压

企业应对壳电压进行 100% 检测和记录。

注:壳电压是指锂离子电池(不限定成品电池)正极或负极与电池外壳(如铝塑膜或金属壳)之间的电压差。本条不适用于外壳为电极(正极或负极)的电池单体。

13.3 自放电

企业应对电池单体进行 100% K 值检测和记录,测试的周期由企业或客户评估制定。

注:K 值是指同一电池单位时间内的静置电压降,即静置电压下降速率。

13.4 交流内阻

企业应对电池单体交流内阻进行 100% 检测和记录。

13.5 绝缘电阻

若电池单体外壳有绝缘要求的,企业应对电池单体绝缘性进行 100% 检测和记录。

13.6 出货电压

企业应对电池单体开路电压进行 100% 检测和记录。电压规格应满足客户要求。

13.7 尺寸

企业应对电池单体尺寸进行 100% 在线检测和记录。尺寸规格应满足客户要求。

13.8 无损检测

企业应对电池单体内部四角进行 100% 在线无损检测(如 X-Ray 检测等)。

13.9 重量

企业应对电池单体重量进行 100% 检测和记录。

注：铝塑膜外壳电池单体使用二封后的重量；方壳电池单体使用最后一次注电解液后的重量。

13.10 外观

企业应对电池单体外观进行检测,外观检测项至少包括：

- a) 壳体是否存在凹坑；
- b) 追溯码内容和位置是否正确、字迹是否清晰,是否存在有擦伤、划痕、污物等；
- c) 包膜(若有)膜内外是否存在异物、破损、翘起、起皱、气泡,或绝缘喷涂是否存在异常、划痕等；
- d) 极柱表面是否存在异物、腐蚀、氧化、异色、划痕、毛刺、缺口、磕伤等；
- e) 防爆阀是否存在破损、凹陷,防爆阀保护膜是否存在破损、缺失、脏污；
- f) 软包装电池,封印位置是否存在封印不良。



参 考 文 献

- [1] GB 31241—2022 便携式电子产品用锂离子电池和电池组 安全技术规范
 - [2] GB 38031—2025 电动汽车用动力蓄电池安全要求
-



