

# T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXXX—2026

## 固态电池用叠片机通用技术要求

General technical requirements for stacking machines used in solid-state batteries

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

中国机电设备工程协会 发布

# 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 设备组成 .....	4
5 工作环境要求 .....	4
6 技术要求 .....	4
6.1 外观与结构 .....	4
6.2 性能要求 .....	4
6.3 电气与控制系统 .....	4
6.4 安全防护 .....	4
7 试验方法 .....	4
7.1 试验条件 .....	5
7.2 外观检查 .....	5
7.3 性能要求试验 .....	5
7.4 电气与控制系统试验 .....	5
7.5 安全防护试验 .....	6

## 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。

本文件由深圳市诚捷智能装备股份有限公司提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：深圳市诚捷智能装备股份有限公司、广东奥鸿智能装备有限公司、中山市誉辰智能科技有限公司、惠州亿纬锂能股份有限公司、深圳吉阳智能科技有限公司、深圳市誉辰智能装备股份有限公司、北京中研华采技术服务有限公司。

本文件主要起草人：吴泽喜、喻世民、林水雄、周书云、阳如坤、李军利、喻鸿基、吴学科、乐志斌、夏卫彬等。

# 固态电池用叠片机通用技术要求

## 1 范围

本文件规定了固态电池用叠片机（以下简称“叠片机”）的设备组成、工作环境要求、技术要求、试验方法。

本文件适用于以正极片、固态电解质膜（或涂层）、负极片为原料，进行“Z”型或卷绕式叠片的自动叠片机。

## 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 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- GB/T 8196 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求
- GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- GB/T 16769 金属切削机床 噪声声压级测量方法
- GB/T 16855.1 机械安全 安全控制系统 第1部分：设计通则
- GB/T 17421.2 机床检验通则 第2部分：数控轴线的定位精度和重复定位精度的确定
- GB/T 18268.1 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求
- GB/T 21389 游标、带表和数显卡尺
- GB/T 24342 工业机械电气设备 保护接地电路连续性试验规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**固态电池用叠片机** stacking machine for solid-state batteries

一种将固态电池的正极片、固态电解质膜（或覆有固态电解质的极片）、负极片按特定顺序和数量进行交替堆叠，形成电芯芯包的自动化设备。

### 3.2

**叠片精度** stacking accuracy

叠片后，极片与固态电解质膜之间，或极片与极片之间的对中程度，通常以关键特征的对齐偏差表示。

### 3.3

**叠片效率** stacking efficiency

单位时间内设备完成叠片的层数或电芯个数。

### 3.4

**极片定位工位** electrode positioning station

用于对裁切后的极片进行位置校正，确保其以精确姿态进入叠片台的装置。

### 3.5

**叠片台** stacking station

进行极片与电解质膜堆叠的核心区域，通常配备有定位夹具或对中机构。

## 4 设备组成

叠片机通常由以下子系统组成。

- a) 上料单元：包括正/负极片料盒、固态电解质膜放卷机构等。
- b) 极片处理单元：包括极片传送、裁切、除尘、检测等机构。
- c) 叠片核心单元：包括叠片台、取片/送片机械手（多自由度机器人或直线电机模组）、对中与定位机构。
- d) 下料与转运单元：包括芯包缓存、下料机械手、AGV对接接口等。
- e) 控制系统：包括可编程逻辑控制器（PLC）、人机界面（HMI）、运动控制器及相应的控制软件。
- f) 安全防护系统：包括光栅、安全门锁、急停按钮等，符合GB/T 5226.1的要求。

## 5 工作环境要求

设备宜在以下环境中运行。

- a) 温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 相对湿度： $\leq 30\% \text{ RH}$ （露点温度 $\leq -35^{\circ}\text{C}$ ）。
- c) 洁净度：不低于ISO 7级（10000级）洁净车间。

## 6 技术要求

### 6.1 外观与结构

设备表面应平整、光滑，无锐边毛刺。涂层均匀，无划伤、锈蚀。各部件连接牢固，运动平稳无异响响声。

### 6.2 性能要求

叠片机的性能要求应符合表1的规定。

表 1 性能要求

项目	技术要求
叠片效率	$\geq 0.8$ 片/s
叠片精度（X/Y方向）	$\leq \pm 0.3$ mm
叠片角度偏差	$\leq \pm 0.2^{\circ}$
叠片压力控制精度	设定值 $\pm 5\%$
极片裁切尺寸精度	$\leq \pm 0.1$ mm
定位重复精度	$\leq \pm 0.05$ mm
真空吸附泄漏率	在 $-80\text{kPa}$ 下，保压 $10\text{min}$ ，压降 $\leq 5\text{kPa}$
设备综合效率（OEE）	$\geq 85\%$ （连续运行 $72\text{h}$ 统计）
噪声	空载运行时，距设备 $1\text{m}$ 处 $\leq 70\text{dB(A)}$

### 6.3 电气与控制系统

电气与控制系统应符合下列规定。

- a) 电气系统安全应符合GB/T 5226.1的规定。
- b) 控制系统应具有参数设置、程序调用、故障诊断与报警、生产数据记录与追溯（MES系统接口）等功能。
- c) 电磁兼容性应符合GB/T 18268.1的规定。

### 6.4 安全防护

设备必须配备齐全的安全防护装置，包括急停按钮、安全光栅、联锁防护门等。所有安全回路应达到GB/T 5226.1规定的安全等级（至少PLC级或SIL1级）。

## 7 试验方法

### 7.1 试验条件

试验应在5规定的环境条件下进行，设备空载预热30min。试验用标准极片与膜材的尺寸与材质应由供需双方协商确定。

### 7.2 外观检查

目视检查设备外观、涂层、标识等。手感检查有无锐边毛刺。

### 7.3 性能要求试验

叠片机性能要求试验方法应符合表2规定。

表 2 性能要求试验

试验项目	试验方法	参考标准
效率测试	设定叠片层数为100层，连续运行。用秒表或设备内部计时器记录总时间，计算平均节拍。重复3次取平均值	本文件
叠片精度测试	使用特定标记的极片叠放10层后，采用高精度二次元影像测量仪或激光位移传感器，测量最上层极片特定标记点与基准位置的X、Y方向偏差。取10个测量点的最大值作为测量结果	本文件
角度偏差测试	使用特定标记的极片叠放10层后，使用影像测量仪测量极片边缘与基准轴线的夹角	本文件
压力控制测试	在叠片台压力机构上安装经过校准的测力传感器。在设备HMI上设定多个压力值，记录传感器实测值。计算实测值与设定值的相对误差	本文件
裁切尺寸测试	连续裁切10片标准极片，使用高精度卡尺或影像测量仪测量其长度和宽度。计算与设定尺寸的偏差	GB/T 21389
重复定位精度测试	使用激光干涉仪对取片机械手的同一目标点进行不少于30次重复定位测量，按标准偏差的±3倍计算重复定位精度	GB/T 17421.2
真空泄漏测试	将真空发生器连接至标准真空表，关闭吸盘口，使其达到-80 kPa后关闭真空阀，开始计时。10 min后记录真空表的压力值，计算压降	本文件
OEE考核	设备连续稳定运行72 h，记录计划运行时间、故障停机时间、性能损失时间、合格品数量	本文件
噪声测试	设备空载正常运行，背景噪声低于设备噪声3dB (A) 以上。在距设备外壳前后左右1m、高度1.5m处设置测点，使用声级计 (A计权) 测量，取最大值	GB/T 16769

### 7.4 电气与控制系统试验

电气与控制系统试验方法应符合表3规定。

表 3 电气与控制系统试验

试验项目	试验方法	合格判据	参考标准
电气安全试验	a) 保护接地电路连续性：使用接地电阻测试仪，在保护接地端子与设备裸露的可导电部件之间施加至少10A、持续时间至少10s的试验电流，测量电压降并计算电阻值； b) 绝缘电阻测试：使用500V DC兆欧表，在带电电路和保护接地电路之间施加电压，测量绝缘电阻； c) 耐压试验：使用耐压测试仪，在带电电路和保护接地电路之间施加规定的交流试验电压，持续1min，观察是否发生击穿或闪烁	a) 电阻值 $\leq 0.1 \Omega$ ； b) 绝缘电阻 $\geq 1 M\Omega$ ； c) 无击穿、闪烁现象	GB/T 5226.1 GB/T 24342
控制功能测试	a) 参数设置与程序调用：通过HMI设置不同的叠片层数、压力、速度等参数，并调用不同的加工程序，验证设备能否按新参数和程序正确运行； b) 故障诊断与报警：模拟常见故障，检查HMI是否能准确显示报警信息、代码及处理建议； c) 运动控制性能：使用示波器或运动控制器自带软件，监测关键伺服轴在启停、匀速运行时的电流、速度曲线，评估其平稳性和响应性	a) 参数修改与程序调用成功，设备运行符合设定； b) 报警信息准确、清晰、及时； c) 运动平稳，无过冲或异常抖动	本文件
数据记录与追溯 (MES接口) 测试	a) 数据记录完整性：运行设备一段时间后，导出生产数据记录，检查关键数据是否完整记录； b) MES接口通信：模拟MES系统向叠片机下发工单，检查设备能否正确接收并执行。在设备端触发关键事件，检查MES系统能否正确接收并记录	a) 数据记录完整、准确、时间戳正确； b) 通信链路正常，数据上传下发无误	本文件
电磁兼容性 (EMC) 试验	a) 静电放电抗扰度：对HMI屏幕、操作按钮等可触及部位进行接触放电 $\pm 4kV$ 和空气放电 $\pm 8kV$ 测试，设备不应出现功能异常或损坏； b) 辐射骚扰：在电波暗室中测量设备在30MHz-1GHz频段的辐射骚扰场强； c) 电压暂降和短时中断：模拟电网电压在半个周期内降至70%额定电压，以及	a) 试验期间功能正常或可自恢复；试验后性能符合要求； b) 骚扰场强低于标准规定	GB/T 18268.1

	短时中断，测试设备抗干扰能力	的限值； c) 设备不出现不可控的停止或数据丢失	
--	----------------	-----------------------------	--

## 7.5 安全防护试验

安全防护试验方法应符合表4规定。

表 4 安全防护试验

试验项目	试验方法	合格判据	参考标准
急停按钮功能测试	a) 位置与标识检查：目视检查急停按钮是否安装在易于操作的位置，标识是否清晰可见； b) 功能测试：设备正常运行时，依次触发每个急停按钮。观察设备是否立即停止所有危险运动，并保持停止状态。复位急停按钮后，设备不应自动重启，必须通过明确的启动指令才能恢复运行	a) 位置合理，标识符合要求； b) 触发后危险动作立即停止，复位后无自动重启	GB/T 5226.1
安全光栅/连锁防护装置测试	a) 有效性测试：设备运行时，使用专用测试棒或手臂中断安全光栅的光束或打开任一连锁防护门。设备应立即停止危险运动； b) 重启互锁测试：在安全光栅光束恢复或防护门关闭后，设备不应自动恢复运行，必须通过明确的启动指令才能重启； c) 距离检查：检查安全光栅的安装位置与危险区域的距离，确保在人体任何部位接触危险点前，光束已被中断	a) 中断光束或开门，设备立即停止； b) 恢复后无自动重启； c) 安全距离符合设计要求	GB/T 15706.1、 GB/T 5226.1
安全回路性能等级验证	通过审查设计文档和第三方检测报告进行验证。检查安全控制系统的架构图、元器件选型、计算其平均危险失效时间（PFHd）或性能等级（PL），确认其是否达到规定的安全等级。	提供符合要求的计算报告或第三方认证证书	GB/T 16855.1
防护罩强度与稳定性测试	a) 刚性防护罩：用500N的力垂直作用于防护罩表面中心位置，持续10秒，卸载后检查防护罩有无永久性变形、开裂或松动； b) 网格/透明防护罩：使用规定的测试工具按标准要求进行冲击测试	防护罩无永久性变形、开裂、松动，防护功能未丧失	GB/T 8196