

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXX—XXXX

超薄锂电铜箔生产技术规范

Ultra-thin lithium battery copper foil production technical specifications

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 发布

目 次

前 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 基本要求	4
4.1 生产环境	4
4.2 生产设备	5
4.3 人员要求	5
4.4 智能化管理（适用时）	5
4.5 节能减排	5
5 原材料要求	5
5.1 阴极铜	5
5.2 电解液	5
5.3 其他辅助材料	5
6 生产工艺	5
6.1 总体工艺路线	5
6.2 溶铜	6
6.3 电解液配制与净化	6
6.4 电解生箔	6
6.5 表面处理	6
6.6 退火工序	6
6.7 分切工序	6
6.8 工艺控制	6
7 质量要求	6
7.1 外观质量	6
7.2 尺寸和公差	7
7.3 性能要求	7
7.4 翘曲度	8
7.5 拼接要求	8
7.6 纯度及有害物质限量	8
7.7 一致性要求	8
8 检验方法	8
8.1 试验环境条件	8
8.2 样本取样	8
8.3 原材料检验	8
8.4 外观质量	8
8.5 尺寸	9
8.6 铜含量	9
8.7 抗拉强度	9

8.8	延伸率	9
8.9	表面粗糙度	9
8.10	表面润湿张力	9
8.11	抗氧化性	9
8.12	针孔	9
8.13	翘曲度	9
8.14	拼接检验	10
8.15	纯度及有害物质限量检验	10
8.16	检验记录	10
9	检验规则	10
9.1	组批	10
9.2	取样	10
9.3	检验项目	10
9.4	判定规则	10
9.5	检查和验收	11
10	标志、包装、运输和贮存	11
10.1	标志	11
10.2	包装	11
10.3	运输和贮存	11
11	质量承诺	11

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。

本文件由中国西部开发促进会标准与认证工作委员会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件首次发布。

超薄锂电铜箔生产技术规范

1 范围

本文件规定了超薄锂电铜箔的术语和定义、基本要求、原材料要求、生产工艺、质量要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及质量承诺。

本文件适用于厚度 $\leq 12\ \mu\text{m}$ 的超薄锂电铜箔（以下简称“铜箔”）的生产与检验。

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 467 阴极铜
GB/T 5121（所有部分） 铜及铜合金化学分析方法
GB/T 5230 印制板用电解铜箔
GB/T 6462 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法
GB/T 8888 重有色金属加工产品的包装、标志、运输、贮存和质量证明书
GB 21350 铜及铜合金加工材单位产品能源消耗限额
GB/T 22638.4 铝箔试验方法 第4部分：表面润湿张力的测定
YS/T 464 阴极铜直读光谱分析方法
SJ/T 11363 电子信息产品中有毒有害物质的限量要求
SJ/T 11365 电子信息产品中有毒有害物质的检测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超薄锂电铜箔 ultra-thin lithium battery copper foil

以阴极铜为主要原材料，采用电解法生产，厚度为 $\leq 12\ \mu\text{m}$ ，用于锂离子电池负极集流体，具有薄度均匀、导电性好、力学性能优良等特点的铜箔产品。

3.2

名义厚度 nominal thickness

电解铜箔规格的代称，即产品标注的厚度值，用于区分不同规格的超薄锂电铜箔。

[来源：JB/T 7249—2022，5.27，有修改]

3.3

单位面积质量 unit area mass

铜箔样品单位面积的质量，是衡量铜箔厚度均匀性的重要指标之一。

4 基本要求

4.1 生产环境

4.1.1 生产车间应保持洁净，避免灰尘、杂质污染铜箔表面。其中：

a) 洁净度应不低于 1000 级；

- b) 温度：20℃~25℃；
- c) 相对湿度：40%~60%。

4.1.2 生产区域应划分原料区、生产区、检验区、成品区，分区管理，防止交叉污染。

4.2 生产设备

应配备溶铜罐、电解液过滤系统、生箔机、表面处理设备、分切机、退火炉、检测设备等全套生产设备，设备精度应满足生产要求；其中，生箔机阴极辊、电解系统应经过精准调试，确保铜箔厚度均匀性。

4.3 人员要求

- 4.3.1 生产操作人员应经过专业培训，熟悉生产工艺、设备操作及质量控制要求，考核合格后方可上岗。
- 4.3.2 技术人员应具备相应的专业知识，能够解决生产过程中的工艺、质量问题。
- 4.3.3 检验人员应具备检测资质，熟悉检验方法及标准，确保检验结果准确。

4.4 智能化管理（适用时）

宜采用5G+智能生产模式，实现生产全流程数据实时采集、分析、调控，提升生产效率和产品一致性。

4.5 节能减排

应采用高效节能生产技术，节能减排技术应达到GB 21350中1级的要求（原GB 29442-2012的先进值要求）。

5 原材料要求

5.1 阴极铜

应采用GB/T 467规定的一级阴极铜，铜含量应 $\geq 99.99\%$ ，杂质含量应符合表1要求，无氧化、夹杂、气孔等缺陷，确保电解铜箔的纯度和性能。

表1 阴极铜杂质含量限值（单位：ppm）

杂质元素	限值
Fe	≤ 5
Ni	≤ 2
Sn	≤ 1
Pb	≤ 2
Zn	≤ 2
其他杂质总和	≤ 5

5.2 电解液

- 5.2.1 应采用硫酸铜电解液，由阴极铜、硫酸、去离子水及添加剂配制而成。
- 5.2.2 去离子水电阻率 $\geq 18M\Omega \cdot cm$ ，硫酸纯度 $\geq 98\%$ 。
- 5.2.3 添加剂无有害杂质，添加剂种类及用量应根据生产工艺和产品要求精准控制。

5.3 其他辅助材料

- 5.3.1 表面处理用钝化液、抗氧化剂等辅助材料，应符合环保要求，无有毒有害物质，其性能应与铜箔表面处理工艺匹配，确保铜箔的抗氧化性能。
- 5.3.2 包装用材料应清洁、干燥，无杂质、无污染，符合GB/T 8888的规定。

6 生产工艺

6.1 总体工艺路线

总体工艺路线可包括：原材料验收→溶铜→电解液配制与净化→电解生箔→表面处理→退火→分切→检验→包装→入库，各工序应连续、稳定运行，确保产品质量一致性。

6.2 溶铜

6.2.1 可采用低温溶铜或常规溶铜技术，将阴极铜投入溶铜罐，加入硫酸和去离子水，控制溶铜温度、搅拌速度及反应时间，确保阴极铜完全溶解。

6.2.2 溶铜过程中应去除杂质，溶铜后溶液应经过过滤，确保溶液洁净度。

6.3 电解液配制与净化

6.3.1 根据生产需求，将溶铜后的溶液与硫酸、去离子水、添加剂按比例混合，配制电解液。

6.3.2 电解液应经过至少3级过滤，去除溶液中的悬浮杂质和有害离子，确保电解液洁净度。

6.3.3 电解液的浓度、温度、pH值应控制在规定的范围，定期检测并调整，确保电解过程稳定。其中：

- a) 浓度：180 g/L~220 g/L；
- b) 温度：40℃~50℃；
- c) pH值：0.5~1.5。

6.4 电解生箔

6.4.1 将净化后的电解液送入生箔机，控制电解电流密度、阴极辊转速、电解液流量等工艺参数。其中：

- a) 电流密度：20 A/dm²~30 A/dm²；
- b) 阴极辊转速：1.0 m/min~2.5 m/min；
- c) 电解液流量：5 L/min~10 L/min。

6.4.2 电解过程中应实时监控阴极辊表面状态，及时清理杂质，确保铜箔表面光滑、厚度均匀。

6.5 表面处理

6.5.1 电解生箔后，铜箔应进行表面钝化、抗氧化处理，采用钝化液浸泡或喷涂方式，控制处理温度、时间，确保铜箔表面形成均匀的钝化膜。

6.5.2 处理后铜箔应经过清洗、烘干，去除表面残留的钝化液和水分。

6.6 退火工序

将表面处理后的铜箔送入退火炉，采用光亮退火工艺，控制退火温度、保温时间及冷却速度。退火后铜箔的抗拉强度、延伸率应符合本文件要求。其中：

- a) 退火温度：150℃~200℃；
- b) 保温时间：2 h~4 h；
- c) 冷却速度：5℃/min~10℃/min。

6.7 分切工序

应根据生产需求，将退火后的铜箔用高精度分切机进行分切，控制分切速度、分切尺寸，分切过程中应避免铜箔产生褶皱、毛刺、划伤等缺陷。其中：

- a) 分切速度：10 m/min~20 m/min；
- b) 分切尺寸偏差应符合本文件要求。

6.8 工艺控制

6.8.1 各工序应建立工艺参数记录表，实时记录温度、压力、时间、电流、流量等工艺参数，记录应完整、准确、可追溯。

6.8.2 定期对工艺参数进行校准和优化，确保生产工艺稳定。

7 质量要求

7.1 外观质量

7.1.1 表面平整、颜色均匀，不应有氧化变色、斑点、皱褶、压痕、手印；在样本上任一 300mm×300mm 区域，非永久性的压痕、连续或周期性凹凸不平等缺陷数量不超过 1 处。

7.1.2 边缘整齐、无缺口、撕裂、卷偏、折叠及波浪边，长度不大于 100 μm 的边部铜屑；允许有不影响负极材料涂覆的电镀条纹。

7.1.3 除非另有规定，划痕的深度应小于铜箔标称厚度的 5%，在样本上任一 300mm×300mm 区域，划痕数不应超过一条。

7.1.4 针孔的最大尺寸及数量(适用时)由供需双方商定。

7.1.5 表面清洁，不应有灰尘、油脂、盐类、铜粉、污迹等影响其加工使用的异物。

7.2 尺寸和公差

7.2.1 标称宽度及允许公差

除非另有规定，铜箔的标称宽度按采购合同规定，允许公差应符合表2的要求，或由供需双方规定。

表 2 铜箔厚度及偏差（单位：μm）

名义厚度	厚度偏差
12	±1
10	±1
9	±1
8	±1
6	±0.3
4.5	±0.35
3.5	±0.4

7.2.2 单位面积质量

铜箔的单位面积质量应符合表3的规定。

表 3 单位面积质量及公差

规格 (厚度)	单位面积质量范围 g/m ²	公差 g/m ²	
		1 级	2 级
12 μm	105~110	±2	±4
10 μm	95~100	±1.5	±2.5
9 μm	85~90	±1.5	±2.5
8 μm	72~81	±1.5	±2.5
6 μm	54~67	±1.5	±2.5
4.5 μm	40.5~50	±1.5	±2.5
3.5 μm	31.5~35.5	±1.5	±2.5

注：铜箔的厚度用单位面积质量表征。

7.3 性能要求

铜箔的性能应符合表4的规定。

表 4 性能要求

规格 (厚度)	铜含量	抗拉强度 MPa	延伸率 %	表面粗糙度 μm		表面湿润张力	抗氧化性
				毛面 Rz	光面 Ra		
12 μm	≥ 99.9	普抗：294≤T ≤382 高抗：T≥382	≥3	≤3.0	≤0.3	用型号为 38 的达因笔划线，2S 无收缩和珠点形成	140℃/15min，铜箔两面无氧化变色
10 μm	≥ 99.9	普抗：294≤T ≤382 高抗：T≥382	≥3	≤3.0	≤0.3		
9 μm	≥	普抗：294≤T	≥3	≤3.0	≤0.3		

	99.9	≤382 高抗: T≥382					
8 μm	≥ 99.9	普抗: 294≤T ≤382 高抗: T≥382	≥3	≤3.0	≤0.3		
6 μm	≥ 99.9	普抗: 294≤T ≤382 高抗: T≥382	≥3	≤3.0	≤0.3		
4.5 μm	≥ 99.9	普抗: 294≤T ≤382 高抗: T≥382	≥3	≤3.0	≤0.3		
3.5 μm	≥ 99.9	普抗: 294≤T ≤382 高抗: T≥382	≥3	≤3.0	≤0.3		

7.4 翘曲度

铜箔的翘曲度应≤10mm，或由供需双方商定。

7.5 拼接要求

每卷铜箔拼接个数不能超过1个；每个拼接位置应使用清楚、耐久的标志标明，标志应从卷筒的一端伸出5mm左右。

7.6 纯度及有害物质限量

7.6.1 未经表面处理的铜箔纯度≥99.8%。

7.6.2 经过表面处理的铜箔，有毒有害物质含量应符合 SJ/T 11363 的规定。

7.7 一致性要求

同批次铜箔的厚度、力学性能、外观质量等指标应保持一致，偏差不超过本文件规定的限值。

8 检验方法

8.1 试验环境条件

8.1.1 室温环境为温度 25℃±5℃，湿度小于 60%。

8.1.2 检验环境应洁净、无灰尘，避免影响检验结果。

8.2 样本取样

按SJ/T 11483中样本取样进行取样。

8.3 原材料检验

8.3.1 阴极铜

铜含量按GB/T 5121.1的规定进行检测，仲裁试验按GB/T 5121（所有部分）的规定进行；杂质含量按YS/T 464的规定进行检测，结果应符合本文件5.1要求。

8.3.2 电解液

浓度、pH值采用常规化学分析方法检测，添加剂含量按行业标准检测，去离子水电阻率采用电阻率仪检测，结果应符合本文件5.2要求。

8.4 外观质量

8.4.1 一般规定

样本取样按7.1规定，用正常视力或校正为1.0的视力目检，对于外观缺陷最集中的50mm×50mm区域用10倍的放大镜检查。适用时，针孔尺寸按GB/T 5230检验。划痕深度按GB/T 6462进行检验。

8.4.2 边部铜屑

8.4.2.1 工具

工具应包含以下：

- a) 粘性为100g粘的胶，宽度25mm；
- b) 样品模板：120×60mm；
- c) 3D显微镜：物镜350倍，放大倍数1~10倍。

8.4.2.2 方法

方法应包含以下：

- a) 将胶带有粘性的一面贴于铜箔切面，选择切面不同的位置，粘贴3次；
- b) 将胶带有粘性的一面朝上固定在样品模板上，放在显微镜下，在放大倍数为350倍的显微镜下观察100mm长度区域的胶带表面有无边部铜屑，若有，在350倍或700倍下测量边部铜屑的长度，取测量的最大值为边部铜屑值。

8.5 尺寸

8.5.1 宽度

按SJ/T 11483中的5.3.1进行测量。

8.5.2 单位面积质量

按SJ/T 11483中的5.4切取试样，按GB/T 5230进行行检验。

8.6 铜含量

GB/T 5121.1进行检测。

8.7 抗拉强度

按GB/T 5230中的6.31进行检验。

8.8 延伸率

按GB/T 5230中的6.3.3进行检验。

8.9 表面粗糙度

按SJ/T 11483附录A进行检验

8.10 表面润湿张力

按SJ/T 11483中的5.9切取试样。按GB/T 22638.4进行检测。

8.11 抗氧化性

按SJ/T 11483中5.10日检双面光电解铜箔的两个面是否有氧化变色。

8.12 针孔

按GB/T 5230中的6.1.2进行检验。

8.13 翘曲度

8.13.1 工具

工具应包含以下：

- a) 圆弧取样器：直径为160mm；
- b) 直角三角尺：150mm×150mm，零点计数；
- c) 正方形珍珠泡沫棉：厚度为50mm，边长为180mm。

8.13.2 方法

方法应包含以下：

- a) 取一张宽度大于300mm全幅宽铜箔；
- b) 取铜箔幅宽左中右三等份每份中间位置，将铜箔毛面朝下，平放在珍珠泡珠棉上，将圆弧取样器压上按标识方向旋转，切取三张圆形铜箔样品；
- c) 抬起珍珠棉的一角翻转180度，将样品放置于检测平台毛面朝上，确保样品不发生变形；
- d) 用直角三角尺分别测量每张样品的最高点，取测量结果的最大值为翘曲度的值。

8.14 拼接检验

箔材成卷后，目视检查拼接个数及标志，结果应符合本文件7.5要求。

8.15 纯度及有害物质限量检验

按SJ/T 11365的规定进行检验，结果应符合本文件7.6要求。

8.16 检验记录

检验过程中应详细记录检验数据、检验结果，记录应完整、准确、可追溯，保存期限不少于1年。

9 检验规则

9.1 组批

产品按批进行检验，每批应由同一规格、类别和等级组成，每批重量应不超过3000kg。

9.2 取样

9.2.1 外观质量

进行逐卷检查。

9.2.2 铜含量取样

在每批表面未处理箔中任取1个试样，再从该批中任取质量不小于50g的铜箔，作为样本。

9.2.3 尺寸

尺寸及公差、单位面积质量、实际测量厚度、拉伸强度、延长率、表面粗糙度、湿润性、抗氧化性的取样。

9.2.3.1 取样设备或方法

铜箔样本单位的取样用小刀或其他适用器具切取。

9.2.3.2 铜箔的取样

铜箔的取样应从每批铜箔每10卷中任取1卷，在该卷首部至少切除0.5m后，取长1m或最小面积为1m²的铜箔作为样本单位。

铜箔的取样边缘应整齐，无毛刺、缺口、撕裂。

9.2.3.3 方向标志

在所切取的样本单位上，作出纵、横的方向标志。

9.3 检验项目

每批铜箔应进行化学成分、外形尺寸及其允许偏差、力学性能和表面质量的检验；原材料、工艺参数应进行批次检验，确保符合本文件要求。

9.4 判定规则

9.4.1 若所有检验项目均符合本标准要求，则判定该批产品合格。

9.4.2 若有一项检验项目不合格，允许从该批产品中加倍抽样复检，复检后仍有一项不合格，则判定该批产品不合格。

9.4.3 外观质量、尺寸偏差等项目的不合格品，可进行返工处理，返工后重新检验，检验合格后方可出厂；理化性能、纯度等项目不合格，不允许返工，直接判定该批产品不合格。

9.5 检查和验收

9.5.1 铜箔应由供方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单(或合同)的规定，并填写质量证明书。

9.5.2 需方对收到的产品应按本标准规定进行检验，如检验结果与本文件及订货单(或合同)规定不符时，应以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。属于表面质量及尺寸偏差的异议，应在收到产品之日起一个月内提出；其他质量异议，应在收到产品之日起三个月内提出。如需仲裁，仲裁取样应由供需双方共同进行。

10 标志、包装、运输和贮存

10.1 标志

每个包装箱应装统一规格、同一型号、质量等级相同的铜箔。每卷铜箔应标明产品规格、卷号、生产日期、净重、单位面积质量等内容。

每个包装箱应标明但不限于以下各项：

- a) 公司名称、详细地址；
- b) 产品名称；
- c) 毛重和净重；
- d) 型号、规格；
- e) 箱号和卷数；
- f) 储存条件；
- g) 保质期。

10.2 包装

铜箔应采用防潮、防污染、防划伤的包装材料（如PE膜、牛皮纸、木箱等）进行包装，每卷铜箔应单独包装，包装应牢固，防止运输过程中损坏、污染；包装内应放置产品质量证明书，注明检验结果、批号、生产日期等信息；江西华创新材超长铜箔应采用专用包装，防止卷偏、褶皱。

10.3 运输和贮存

铜箔的运输贮存按GB/T 8888的规定执行。铜应原包装贮存于常温、清洁、干燥、无腐蚀性气体、无化学药品及潮湿物品的库房内。

11 质量承诺

11.1 生产企业应建立完善的质量管理制度，加强原材料采购、生产工艺、检验检测各环节的质量控制，确保产品符合本文件要求。

11.2 若产品在检验、使用过程中发现质量问题，生产企业应及时响应，配合需方进行调查、分析，如需退货、换货，应按订货合同约定执行。

11.3 生产企业应定期对产品质量进行跟踪，收集需方反馈意见，持续优化生产工艺，提升产品质量。

11.4 生产企业应保留生产、检验相关记录，确保产品质量可追溯，接受行业主管部门、检测机构及需方的监督检查。

T/CWDPA XXX—XXXX

