

ICS 31.030  
CCS L 90

# 团 体 标 准

T/TMAC ×××—202X

## 硅碳负极集流体用电解铜箔

Electrolytic copper foil for silicon-carbon anode  
current collector

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申  
请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利  
申请号和申请日期。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国技术市场协会 发布

中国技术市场协会（TMAC）是科技领域内国家一级社团，以宣传和促进科技创新，推动科技成果转移转化，规范交易行为，维护技术市场运行秩序为使命。为满足市场需要，做大做强科技服务业，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》，中国技术市场协会有序开展标准化工作。本团体成员和相关领域组织及个人，均可提出修订 TMAC 标准的建议并参与有关工作。TMAC 标准按《中国技术市场协会团体标准管理办法》《中国技术市场协会团体标准工作程序》制定和管理。TMAC 标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议多数专家、成员的同意，方可予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至中国技术市场协会，以便修订时参考。

本作品著作权归中国技术市场协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国技术市场协会正式授权或许可外，不许以任何形式复制本文件。第三方机构依据本文件开展认证、评价业务，须向中国技术市场协会提出申请并取得授权。

中国技术市场协会地址：北京市海淀区复兴路甲 23 号城乡华懋大厦 12 层 1217。

邮政编码：100036 电话：010-68270447 传真：010-68270453

网址：[www.ctm.org.cn](http://www.ctm.org.cn) 电子信箱：[136162004@qq.com](mailto:136162004@qq.com)

## 目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	1
4.1 外观要求	1
4.2 基本性能要求	1
4.3 理化性能要求	2
4.4 表面性能要求	2
5 试验方法	2
5.1 外观要求试验方法	2
5.2 性能试验方法	2
6 检验规则	4
6.1 检验分类	4
6.2 出厂检验	4
6.3 型式检验	4
6.4 抽样方法	4
6.5 检验报告	5
7 标志、包装、运输与贮存	5
7.1 标志	5
7.2 包装	5
7.3 运输	5
7.4 贮存	5

## 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。

本文件由中国技术市场协会提出并归口。

本文件起草单位：四川铭丰电子材料科技有限公司、桂林理工大学、江西鑫铂瑞科技股份有限公司、长三角先进材料研究院、河海大学、湖北诺德铜箔新材料有限公司、北京中研博采技术服务有限公司。

本文件主要起草人：王鹏举、刘勇平、付争兵、李华清、罗红梅、李梓铭、明智耀、陈泽仁、乐志斌、夏卫彬。

# 硅碳负极集流体用电解铜箔

## 1 范围

本文件规定了硅碳负极集流体用电解铜箔的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存等内容。

本文件适用于以电解法生产的、用于锂离子电池硅碳负极集流体的高延展性、高抗拉强度电解铜箔。

## 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 191 包装储运图形符号标志
- GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 5121.1 铜及铜合金化学分析方法 第1部分：铜含量的测定
- GB/T 5230 印制板用电解铜箔
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 19921 硅抛光片表面颗粒测试方法
- GB/T 22638.4 铝箔试验方法 第4部分：表面润湿张力的测定
- GB/T 29847 印制板用铜箔测试方法
- GB/T 31471 印制电路用金属箔通用规范

## 3 术语和定义

GB/T 5230界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**硅碳负极集流体用电解铜箔** electrolytic copper foil for silicon-carbon anode current collector

一种采用电解沉积工艺制备、专用于承载硅碳复合负极活性物质的超薄铜箔

## 4 技术要求

### 4.1 外观要求

铜箔表面应洁净、平整，无皱褶、穿孔、氧化斑点、油污、明显划痕及异物附着，光面和毛面区分明显，边缘整齐无毛刺。

### 4.2 基本性能要求

硅碳负极集流体用电解铜箔基本性能应符合表1要求。

表1 基本性能要求

项目	指标要求
厚度偏差	$\leq \pm 2.0\%$

面密度	与标称厚度对应的理论面密度偏差 $\leq\pm 2.0\%$
抗拉强度	$\geq 300$ MPa
延伸率	$\geq 5.0\%$

### 4.3 理化性能要求

硅碳负极集流体用电解铜箔理化性能应符合表2要求。

表2 理化性能要求

项目	要求
Cu含量纯度	$\geq 99.99\%$
孔隙率	8%~15% (毛面)
抗氧化性 (150 °C/1 h)	表面无变色
与硅碳负极结合力	$\geq 80$ N/m
体积电阻率 (20 °C)	$\leq 1.78 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$
导电性	$\geq 100\%$ IACS

### 4.4 表面性能要求

硅碳负极集流体用电解铜箔表面性能应符合表3要求。

表3 表面性能要求

项目	要求
抗氧化层附着性 (90°剥离)	无脱落、无起皱
表面异物 ( $\geq 10 \mu m$ 颗粒)	$\leq 5$ 个/ $m^2$
表面润湿张力	光面: $\geq 38$ mN/m; 毛面: $\geq 40$ mN/m
表面粗糙度	光面: $\leq 0.3 \mu m$ ; 毛面: $0.6 \mu m \sim 1.2 \mu m$

## 5 试验方法

### 5.1 外观要求试验方法

在自然光或照度不低于500 lx的日光灯照明条件下,将铜箔平铺于洁净无反光的平台上,目视检查其表面及边缘状态。必要时可使用5~10倍放大镜辅助观察,每卷铜箔至少抽检3个不同部位,每部位长度不少于1 m。

### 5.2 性能试验方法

硅碳负极集流体用电解铜箔性能试验方法按照表4执行。

表4 硅碳负极集流体用电解铜箔性能试验方法

类别	项目	试验方法	执行标准
基本性能	厚度偏差	1. 选取铜箔宽度方向均匀分布的5个测点,长度方向每1m选取1个测点,总测点不少于10个; 2. 采用精度不低于 $0.1 \mu m$ 的螺旋测微计或激光测厚仪测量每个测点厚度; 3. 计算各测点厚度与标称厚度的偏差率,取最大偏差率作为该样品的厚度偏差	GB/T 5230
	面密度	1. 采用精度不低于 $0.001$ g的电子天平,称取 $100$ mm $\times$ $100$ mm的铜箔样品质量(精确至 $0.001$ g);	GB/T 31471

		2. 计算样品面密度（面密度=样品质量/样品面积）； 3. 重复测量3次，取平均值作为最终结果，计算与标称面密度的偏差率	
	抗拉强度	1. 按GB/T 1040.1制备哑铃型试样，试样标距段长度为50mm，宽度为10mm； 2. 采用万能材料试验机，以5mm/min的拉伸速度进行拉伸试验，记录试样断裂时的最大拉力； 3. 抗拉强度=最大拉力/试样横截面积（横截面积=试样厚度×试样宽度），单位为MPa； 4. 每个样品测试3个试样，取平均值	GB/T 29847
	延伸率	1. 采用与抗拉强度测试相同的试样和试验设备； 2. 拉伸前在试样标距段两端做标记，记录初始标距长度（ $L_0$ ）； 3. 试样断裂后，测量断裂后两标记间的实际长度（ $L_1$ ）； 4. 延伸率=（ $L_1-L_0$ ）/ $L_0$ ×100%；5. 每个样品测试3个试样，取平均值	GB/T 5230
理化性能	Cu含量纯度	1. 采用电感耦合等离子体发射光谱仪（ICP-OES）进行检测； 2. 称取0.1g（精确至0.0001g）铜箔样品，用硝酸-盐酸混合酸（体积比3:1）溶解，定容至100mL； 3. 配制铜标准溶液系列，建立校准曲线； 4. 测定样品溶液中铜的含量，同时检测其他杂质元素含量，计算铜的纯度（铜纯度=100%-所有杂质元素含量之和）	GB/T 5121.1
	孔隙率	1. 采用图像分析法，使用扫描电子显微镜（SEM）拍摄铜箔毛面微观形貌照片，放大倍数为1000倍； 2. 选取3个不同区域的图片，利用图像分析软件统计孔隙面积占总观察面积的比例； 3. 取3个区域的平均值作为孔隙率结果	GB/T 5230
	抗氧化性（150℃/1h）	1. 将铜箔样品裁剪为50mm×50mm的试样，用无水乙醇擦拭表面并晾干； 2. 放入150℃的恒温干燥箱中，保温1h； 3. 取出后冷却至室温，观察样品表面是否有变色、氧化斑点等现象，记录结果	GB/T 31471
	与硅碳负极结合力	1. 按实际应用工艺在铜箔毛面涂覆硅碳涂层，固化后制备15mm宽、100mm长的试样； 2. 采用剥离试验机，将硅碳涂层与铜箔沿90°方向进行剥离试验，剥离速度为50mm/min； 3. 记录剥离过程中的平均剥离力，计算单位宽度的附着力（附着力=平均剥离力/试样宽度）； 4. 每个样品测试3个试样，取平均值	GB/T 29847
	体积电阻率（20℃）	1. 采用四探针电阻率测试仪进行检测； 2. 将铜箔样品裁剪为100mm×100mm的试样，置于20℃±2℃、相对湿度50%±5%的环境中恒温2h； 3. 将四探针探头均匀接触试样表面，施加恒定电流，测量探针间的电压； 4. 按公式 $\rho=RS/L$ 计算体积电阻率（ $\rho$ 为体积电阻率，R为测量电阻，S为试样横截面积，L为电流探针间距）； 5. 每个样品测试3个测点，取平均值	GB/T 31471
	导电性	1. 依据体积电阻率计算导电性，导电性（%IACS）=（标准铜电阻率/样品体积电阻率）×100%（标准铜电阻率为 $1.7241 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ ）； 2. 按“体积电阻率”试验方法测得样品体积电阻率后，代入公式计算导电性	GB/T 31471
表面性能	抗氧化层附着性（90°剥离）	1. 用聚酯胶带紧密粘贴在铜箔抗氧化层表面，用2kg碾压辊来回碾压2次，确保胶带与涂层完全贴合；	GB/T 31471

		2.沿90°方向快速剥离胶带,观察抗氧化层是否有脱落、起皱现象; 3.每个样品测试3个不同区域,记录结果	
	表面异物 ( $\geq 10\mu\text{m}$ 颗粒)	1.采用激光颗粒计数器进行检测; 2.将铜箔样品平铺在清洁的检测平台上,选取 $1\text{m}^2$ 的检测区域; 3.调节激光颗粒计数器检测范围为 $\geq 10\mu\text{m}$ ,对检测区域进行全面扫描,统计颗粒数量; 4.重复检测3次,取平均值	GB/T 19921
	表面润湿张力	1.按GB/T 22638.4制备测试液; 2.将铜箔样品平铺,用毛细管将测试液滴在样品表面,光面和毛面分别测试; 3.观察液滴在2s内的铺展情况,若液滴完全铺展且无收缩,则该测试液对应的张力即为样品的润湿张力; 4.逐步调整测试液浓度,确定最小润湿张力值	GB/T 22638.4
	表面粗糙度	1.采用粗糙度仪进行检测,选用Ra(算术平均偏差)作为评价参数; 2.铜箔光面和毛面分别测试,每个表面选取3个不同方向(横向、纵向、 $45^\circ$ )的测点; 3.每个测点测量长度为4mm,移动速度为 $0.5\text{mm/s}$ ; 4.记录各测点的Ra值,取每个表面的平均值作为该表面的粗糙度结果	GB/T 29847

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

本文件要求的检验分为出厂检验和型式检验两类。

### 6.2 出厂检验

出厂检验的项目应包括:厚度偏差、Cu含量纯度、表面粗糙度。指标均满足本文件的要求时,方可被判定为合格产品。对于不合格的产品,应进行返工或报废处理。

### 6.3 型式检验

#### 6.3.1 检验时机

有下列情形之一时,应进行型式检验:

- 新产品试制定型鉴定;
- 正式生产后,如结构、材料、工艺等有较大改变,可能影响产品性能时;
- 正常生产满一年时;
- 间隔一年以上再生产时;
- 出厂检验结果与同产品型号或批次的型式检验有较大差异时。

#### 6.3.2 检验项目及要求

型式检验应在国家认可的检测机构或者具备相关认证资质的实验室完成,检验的项目应包括表1中的所有指标。

#### 6.3.3 判定规则及处理措施

所有检验项目均满足本文件的要求时,判定为合格。任一项不符合规定时,判定为不合格。对于不合格的产品,应进行返工或报废处理,返工产品应重新进行检验。

### 6.4 抽样方法

产品检验的抽样方法应按照GB/T 2828.1的规定进行,采用逐批检验抽样计划。抽样检验的样本量应根据产品批量大小和接收质量限(AQL)确定。

## 6.5 检验报告

所有检验记录和报告应妥善存档，每次检验结束后应出具完整的检验报告，并包括下列内容：

- a) 基本信息：产品名称、产品批次编号、检验日期、检验机构和参与人员等；
- b) 检验目的与检验依据；
- c) 检验环境与检验设备清单等；
- d) 检验方法与检验过程；
- e) 检验数据：详细列出各项目的检测数据；
- f) 检验结论：评估该批次产品是否合格。

## 7 标志、包装、运输与贮存

### 7.1 标志

硅碳负极集流体用电解铜箔产品的标志应满足以下内容：

- a) 每卷铜箔的外包装上应粘贴清晰、牢固的标志，标志内容包括：产品名称、规格尺寸、生产批号、生产日期、生产厂家名称及地址、执行标准编号、“防潮”“防压”“轻放”等储运图示标志；
- b) 储运图示标志应符合GB/T 191的规定，运输包装收发货标志应符合GB/T 6388的规定。

### 7.2 包装

硅碳负极集流体用电解铜箔产品的包装应满足以下内容：

- a) 铜箔应采用防潮、防氧化、防划伤的包装方式，内层采用聚乙烯薄膜密封包装，放入干燥剂，外层采用硬纸筒或木箱包装，纸筒或木箱应具有足够的强度，能承受运输过程中的挤压和碰撞；
- b) 每卷铜箔应单独包装，包装内随附产品合格证和质量证明书。

### 7.3 运输

硅碳负极集流体用电解铜箔产品的运输应满足以下内容：

- a) 铜箔在运输过程中应避免雨淋、日晒、受潮、碰撞、挤压和划伤，严禁与腐蚀性物质、尖锐物品混装运输；
- b) 运输工具应清洁、干燥、无污染，运输过程中应保持平稳，防止铜箔卷发生滚动；
- c) 装卸过程中应轻拿轻放，严禁抛掷、翻滚铜箔卷。

### 7.4 贮存

硅碳负极集流体用电解铜箔产品的贮存应满足以下内容：

- a) 铜箔应贮存在清洁、干燥、通风、阴凉的库房内，库房温度应控制在5℃～35℃，相对湿度应不大于60%，远离热源、水源和腐蚀性物质；
  - b) 铜箔应整齐堆放，堆放高度不宜过高，防止压损；不同规格、不同批号的铜箔应分开堆放，并有明显的标识；
  - c) 铜箔的贮存期限自生产日期起不超过6个月，超过贮存期限的产品，使用前应重新进行检验，检验合格后方可使用。
-