

团体标准

T/CSAE 072—2024

锂电池复合集流体

Composite Current Collectors for Lithium Battery
(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

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中国汽车工程学会 发布

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

刘挺8675

8675

8675

8675

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 产品分类、型号与命名..... 2

4.1 产品分类..... 2

4.2 型号命名..... 2

5 要求..... 3

5.1 外观质量..... 3

5.2 尺寸..... 3

5.3 理化性能..... 4

5.4 成分..... 4

6 试验方法..... 4

6.1 试验条件..... 4

6.2 外观质量..... 4

6.3 尺寸..... 4

6.4 理化性能..... 4

6.5 成分..... 6

7 检验规则..... 6

7.1 检查与验收..... 6

7.2 组批..... 6

7.3 计量..... 6

7.4 检测项目与取样..... 6

7.5 检验结果的判定..... 7

8 包装、标志、运输、贮存..... 7

8.1 包装..... 7

8.2 标志..... 7

8.3 运输..... 7

8.4 贮存..... 7

8.5 质量证明书..... 7

附 录 A （规范性） 复合集流体理化性能指标要求..... 8

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这些专利的责任。

本文件由电动汽车产业技术创新战略联盟提出。

本文件起草单位：扬州纳力新材料科技有限公司、清华大学、中国汽车工程研究院股份有限公司、煤炭科学研究总院有限公司、中创新航科技集团股份有限公司、中创新航技术研究院（江苏）有限公司、北京新能源汽车股份有限公司、北京理工大学、北京航空航天大学、山东理工大学、力神（青岛）新能源有限公司、小米汽车科技有限公司、深圳市星海威真空设备有限公司、中信金属股份有限公司。

本文件主要起草人：夏建中、冯旭宁、彭佳、朱中亚、李竑序、彭勇、徐成善、刘翔、李磊、杨泽文、吴兵、徐云辉、邢慢、耿兆杰、张永跃、史金涛、李静、赵志伟、陈晓、包福玲、张川。

锂电池复合集流体

1 范围

本文件界定了锂电池复合集流体（以下简称“复合集流体”）的术语和定义，规定了产品分类、型号与命名、要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于锂电池用复合集流体产品的设计、制造及质量检验。

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 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 1040.3—2006 塑料 拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件

GB/T 5121.1—2008 铜及铜合金化学分析方法 第1部分：铜含量的测定

GB/T 5230—2020 印制板用电解铜箔

GB/T 6672—2001 塑料薄膜和薄片 厚度测定 机械测量法

GB/T 6673—2001 塑料薄膜和薄片长度和宽度的测定

GB/T 16958—2008 包装用双向拉伸聚酯薄膜

GB/T 17432—2012 变形铝及铝合金化学成分分析取样方法

GB/T 19445—2004 贵金属及其合金产品的包装、标志、运输、贮存

GB/T 22638.4—2016 铝箔试验方法 第4部分：表面润湿张力的测定

GB/T 31729—2015 塑料薄膜单位面积质量试验方法

GB/T 33143—2022 锂离子电池用铝及铝合金箔

SJ/T 11483—2014 锂离子电池用电解铜箔

3 术语和定义

|GB/T 5230-2020及GB/T 33143-2022界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 复合集流体 composite current collectors

适合锂电池性能要求，采用物理气相沉积、电镀、化学镀、粘结等方法中的一种或多种组合制备的具有金属层-高分子层-金属层多层结构的集流体。

3.2 面密度 mass per unit area

规定尺寸的复合集流体的质量与表面积的比，单位为：克/平方米（g/m²）。

3.3 方块电阻 sheet resistance

反映复合集流体在单位正方形面积条件下的电阻阻抗，单位为：毫欧（mΩ）。

3.4 金属层剥离力 peeling force of metal layer

反映复合集流体表面金属层与基材之间的粘结强度，单位为：牛顿/米（N/m）。

3.5 表面润湿张力 surface wetting tension

反映复合集流体表面对液体的浸润能力，单位为：毫牛顿/米（mN/m）。

3.6 拉伸强度 tensile stress

在拉伸试验过程中，试样承受的最大拉伸应力，单位为兆帕（MPa）。

3.7 断裂伸长率 elongation at break

金属层断裂时，与断裂应力相对应的拉伸应变，用无量纲的比值或百分数（%）表示。

3.8 热收缩率 heat shrinkage

复合集流体受热处理后分别沿着纵向和横向的收缩程度，单位为百分数（%）。

3.9 针孔 pinhole

复合集流体在一定光强下可见的贯穿孔。

3.10 抗氧化性 oxidation resistance

反映复合铜箔集流体的抗氧化性能。

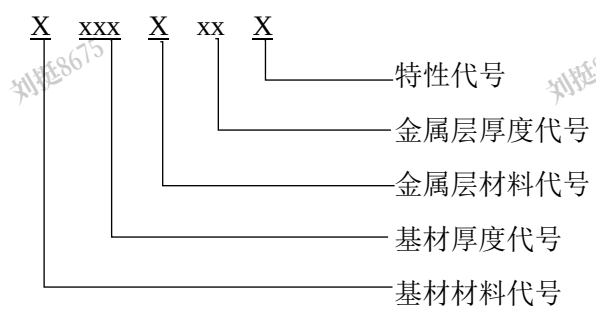
4 产品分类、型号与命名

4.1 产品分类

复合集流体分为复合铝箔集流体、复合铜箔集流体。

4.2 型号命名

锂电池复合集流体的型号命名应符合下列规则：



4.2.1 基材材料代号

基材材料代号位于产品型号的第一部分，用代表基材材料的一个英文字母表示。B 代表 BOPP，P 代表 PET。

4.2.2 基材厚度代号

基材厚度代号位于产品型号的第二部分，用代表基材厚度的三个阿拉伯数字表示。

4.2.3 金属层材料代号

金属层材料代号位于产品型号的第三部分，用代表金属层材料的一个英文字母表示。A 代表铝，C 代表铜。

4.2.4 金属层厚度代号

金属层厚度代号位于产品型号的第四部分，用代表金属层厚度的两个阿拉伯数字表示。

4.2.5 特性代号

特性代号位于产品型号的五部分，用代表特性的一个英文字母表示。S 代表高强度产品，E 代表高延伸率产品，常规产品无此代号。

4.2.6 示例

示例1：

基膜为6 μm 厚的PET膜、金属层为1.0 μm 厚的铝的复合铝箔集流体，其型号为：P060A10。

示例2：

基膜为4.5 μm 厚的PET膜、金属层为1.0 μm 厚的铜的复合铜箔集流体，其型号为：P045C10。

示例3：

基膜为 4.5 μm 厚的 BOPP 膜、金属层为 0.5 μm 厚的铜的高延伸率复合铜箔集流体，其型号为：B045C05E。

5 要求

5.1 外观质量

5.1.1 复合铝箔集流体

外观应满足：表面平整、色泽均一、不掉色、无亮线、暗痕条纹等，边缘无翘边和波浪形，表面无不可抚平的褶皱、折痕，凸点高度小于 90 μm 。

5.1.2 复合铜箔集流体

外观应满足：表面平整、色泽均一、不掉色，无氧化变色、无亮线、暗痕条纹等，边缘无翘边和波浪形，表面无不可抚平的褶皱、折痕、施加张力无串泡、凸点高度小于 90 μm 。

5.2 尺寸

5.2.1 复合铝箔集流体

标称厚度应满足标称值 (T) $\pm 5\%T$, 标称宽度应满足标称值 $\pm 0.5 \text{ mm}$ 。

5.2.2 复合铜箔集流体

标称厚度应满足标称值 (T) $\pm 5\%T$, 标称宽度应满足标称值 $\pm 0.5 \text{ mm}$ 。

5.3 理化性能

5.3.1 复合铝箔集流体

复合铝箔集流体的理化性能技术要求应符合表 A.1 的规定。

5.3.2 复合铜箔集流体

复合铜箔集流体的理化性能技术要求应符合表 A.2 及表 A.3 的规定。

5.4 成分

5.4.1 纯度

5.4.1.1 复合铝箔集流体

复合铝箔集流体金属层中铝的纯度应不小于99.3%。

5.4.1.2 复合铜箔集流体

复合铜箔集流体金属层中铜的纯度应不小于99.5%。

6 试验方法

6.1 试验条件

环境温度为 $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 。

相对湿度 $\leq 65\% \text{ RH}$ 。

6.2 外观质量

按照SJ/T 11483-2014中5.2规定的方法进行测定。

6.3 尺寸

厚度按照GB/T 6672-2001规定的方法进行测定, 其中测量仪采用薄膜测厚仪 (精度为 $0.1 \mu\text{m}$) ; 宽度采用菲林尺进行测定, 菲林尺精度 (精度为 0.1 mm) 。

6.4 理化性能

6.4.1 面密度

按照GB/T 31729-2015规定的方法进行测定。

6.4.2 方块电阻

在室温条件下,取平整的、20 cm×20 cm大小的样品置于样品台上,然后将四探针方阻仪的探头置于样品表面,待方块电阻数据稳定后,读取方块电阻的数值。

6.4.3 金属层剥离力

金属层剥离力按照下列步骤进行:

a) 样品固定基板及胶带准备:

将一条宽20~30 mm、长100~125 mm的双面胶带(对于PP复合铜箔,选用粘结力 ≥ 100 N/m的胶带,对于PET复合铜箔及复合铝箔,选用粘结力 ≥ 300 N/m的胶带)居中粘贴在不锈钢板上。

b) 样品裁切及固定:

裁取尺寸为50×125 mm的测试样本,然后将裁取的测量样本的非测试面均匀贴于不锈钢板表面的双面胶上,双面胶位于测试样本的居中位置,并使用2 kg标准小压辊来回辊压测试样本2次(不施加外力)。

c) 测试胶带粘贴:

取一条与步骤a)中相同尺寸的胶带,胶带的一部分粘贴在一条宽度与胶带宽度相同的、长度为100~150mm的纸条上,粘贴长度为10~20mm;胶带另一部分粘贴至测试样本的测试表面,与样本下方的胶带对齐,并使用2 kg标准小压辊来回辊压2次(不施加外力)。

d) 将制备好的样品固定至剥离力测试装置的夹具上,以180°的角度、100 mm/min的速度拉伸纸条,宽度设置为胶带宽度,测试完成后读取剥离力的数值。

6.4.4 表面润湿张力

按照GB/T 22638.4-2016规定的方法进行测定。

6.4.5 拉伸强度

按GB/T 1040.3-2006规定的方法进行测定。

6.4.6 断裂伸长率

按GB/T 1040.3-2006规定的方法进行测定。

6.4.7 热收缩率

按照GB/T 16958-2008中6.5.2规定的方法进行测试。

6.4.8 针孔

按照GB/T 33143-2022中附录A规定的方法进行测试。

6.4.9 抗氧化性

在室温下,裁取A4大小的复合铜箔集流体样品,两面用纸夹住,然后置于140 °C烘箱内烘烤15 min,肉眼观察样品是否有变色。

6.4.10 耐电解液性

将复合集流体裁切成100mm×100mm大小的样品,置于200mm×200mm的三边密封的铝塑袋内,并放置于手套箱内12-24h,然后向铝塑袋内加入电解液,并对铝塑袋最后一边进行热压密封,最后将铝塑袋置于85 °C鼓风烘箱内浸泡48小时,浸泡完成后,在手套箱内对铝塑袋进行拆解,取出样品,并利用无水乙醇对样品表面进行清洗,并自然晾干,观察样品表面是否有变化,并利用3M胶带粘贴膜面,观察是否有金属层脱落。

6.5 成分

6.5.1 纯度

6.5.1.1 复合铝箔集流体

按照GB/T 17432-2012规定的方法进行测试。

6.5.1.2 复合铜箔集流体

按照GB/T 5121.1-2008规定的方法进行测试。

7 检验规则

7.1 检查与验收

复合集流体应由供方质量部门进行检验，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。

7.2 组批

复合集流体应成批提交验收，每批应由同一类别、尺寸规格的产品组成。

7.3 计量

产品应以平方米计量。

7.4 检测项目与取样

每批检测项目及取样规定如表1。

表1. 每批检测项目及取样规定

类别	检验项目	取样规定
外观质量	—	逐卷取样
尺寸	厚度	逐卷取样
	宽度	逐卷取样
理化性能	面密度	逐卷取样
	方块电阻	逐卷取样
	金属层剥离力	逐卷取样
	表面润湿张力	逐卷取样
	室温拉伸强度	逐卷取样
	室温断裂伸长率	逐卷取样
	热收缩率	逐卷取样
	抗氧化性	逐卷取样
	耐电解液性	每批抽取2%。不满1卷，按1卷取样；超过1卷的非整数，按照四舍五入的方式取整。
成分	纯度	每批抽取2%。不满1卷，按1卷取样；超过1卷的非整数，按照四舍

		五入的方式取整。
--	--	----------

7.5 检验结果的判定

上述检测项目中所有指标检测合格时，则判定为合格。当检测项目中任一指标检测不合格时，则判定为不合格。

8 包装、标志、运输、贮存

8.1 包装

产品应采用木箱包装。

8.2 标志

包装箱上应注明生产厂名称、产品名称、规格、出厂日期、数量，并附有产品检验合格证，同时在箱体上标有“防潮”等标志，标志应符合GB/T 191-2008的规定。

8.3 运输

产品运输应按照GB/T 19445-2004中5的相关规定。

8.4 贮存

产品应储存于清洁干燥处，勿使受潮。

8.5 质量证明书

每批复合集流体应附有产品质量证明书，其上注明如下信息：供方名称、订单号、产品名称、产品规格、数量、批号（或卷号）、各项分析项目的检验结果、本文件编号、检验日期、供方质量部门印记等。

附 录 A
(规范性)
复合集流体理化性能指标要求

复合铝箔集流体理化性能指标要求见表 A.1。

表 A.1 复合铝箔集流体理化性能指标要求

基材		PET 膜								
基材厚度 (μm)		8.0			6.0			4.5		
单面金属层厚度 (μm)		1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0
型号		P080A10	P080A15	P080A20	P060A10	P060A15	P060A20	P045A10	P045A15	P045A20
面密度 (g/m ²)		16.4±2.0	19.1±2.0	21.8±2.0	13.6±2.0	16.3±2.0	19.0±2.0	11.6±2.0	14.3±2.0	17.0±2.0
方块电阻 (mΩ)		≤40	≤28	≤22	≤40	≤28	≤22	≤40	≤28	≤22
金属层剥离力 (N/m)		≥300，测试过程中不掉铝屑								
表面润湿张力 (mN/m)		≥38								
室温拉伸强度 (MPa)	MD	≥200	≥150	≥120	≥200	≥150	≥120	≥200	≥150	≥120
	TD	≥160	≥130	≥100	≥160	≥130	≥100	≥160	≥130	≥100
室温断裂伸长率 (%)	MD	≥20	≥15	≥10	≥20	≥15	≥10	≥20	≥15	≥10
	TD	≥10	≥8	≥6	≥10	≥8	≥6	≥10	≥8	≥6
热收缩率 (%)	MD	≤1								
	TD	≤1								
针孔数量 (个/m ²)		A 级：≤15；B 级：16-20；C 级：21-30								
耐电解液性		表面无气泡状形貌，胶带测试金属层无脱落								

复合铜箔集流体理化性能指标要求见表 A.2 及表 A.3。

表 A.2 复合铜箔集流体理化性能指标要求

基材		PET 膜								
基材厚度 (μm)		4.5			4.0			3.5		
单面金属层厚度 (μm)		1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0
型号		P045C10	P045C15	P045C20	P040C10	P040C15	P040C20	P035C10	P035C15	P035C20
面密度 (g/m^2)		24.2 $\pm$ 2.5	33.1 $\pm$ 2.5	42.1 $\pm$ 2.5	23.4 $\pm$ 2.5	32.4 $\pm$ 2.5	41.4 $\pm$ 2.5	22.8 $\pm$ 2.5	31.7 $\pm$ 2.5	40.7 $\pm$ 2.5
方块电阻 ($\text{m}\Omega$)		≤ 23	≤ 15	≤ 12	≤ 23	≤ 15	≤ 12	≤ 23	≤ 15	≤ 12
金属层剥离力 (N/m)		≥ 500 , 测试过程中不掉铜屑								
表面润湿张力 (mN/m)		≥ 38								
室温拉伸强度 (MPa)	MD	≥ 200			≥ 200			≥ 200		
	TD	≥ 180			≥ 180			≥ 180		
室温断裂伸长率 (%)	MD	≥ 10	≥ 8	≥ 5	≥ 10	≥ 8	≥ 5	≥ 10	≥ 8	≥ 5
	TD	≥ 6	≥ 4	≥ 2	≥ 6	≥ 4	≥ 2	≥ 6	≥ 4	≥ 2
热收缩率 (%)	MD	≤ 1								
	TD	≤ 1								
针孔数量 ($\text{个}/\text{m}^2$)		A 级: ≤ 5 ; B 级: 6-20; C 级: 21-40								
耐电解液性		表面无气泡状形貌, 胶带测试金属层无脱落								

表 A.3 复合铜箔集流体理化性能指标要求

基材		PP 膜								
基材厚度 (μm)		4.5			4.0			3.5		
单面金属层厚度 (μm)		1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0
型号		B045C10	B045C15	B045C20	B040C10	B040C15	B040C20	B035C10	B035C15	B035C20
面密度 (g/m^2)		22.0 $\pm$ 2.5	30.9 $\pm$ 2.5	39.9 $\pm$ 2.5	21.5 $\pm$ 2.5	30.5 $\pm$ 2.5	39.4 $\pm$ 2.5	21.1 $\pm$ 2.5	30.0 $\pm$ 2.5	39.0 $\pm$ 2.5
方块电阻 ($\text{m}\Omega$)		≤ 23	≤ 15	≤ 12	≤ 23	≤ 15	≤ 12	≤ 23	≤ 15	≤ 12
金属层剥离力 (N/m)		≥ 120 , 测试过程中不掉铜屑								
表面润湿张力 (mN/m)		≥ 38								
室温拉伸强度 (MPa)	MD	≥ 125			≥ 125			≥ 125		
	TD	≥ 145			≥ 145			≥ 145		
室温断裂伸长率 (%)	MD	≥ 3	≥ 2	≥ 1	≥ 3	≥ 2	≥ 1	≥ 3	≥ 2	≥ 1
	TD	≥ 3	≥ 2	≥ 1	≥ 3	≥ 2	≥ 1	≥ 3	≥ 2	≥ 1
热收缩率 (%)	MD	≤ 1								
	TD	≤ 1								
针孔数量 (个/ m^2)		A 级: ≤ 5 ; B 级: 6-20; C 级: 21-40								
耐电解液		表面无气泡状形貌, 胶带测试金属层无脱落								