

CEMIA 团体标准

《电子铜箔 X 射线在线厚度/面密度测量系统技术规范》（征求意见稿）

编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

电解铜箔作为一个新兴的铜加工产品，在电子材料中的地位越来越重要。电解铜箔除了广泛应用于建筑装饰材料、挠性母线、电波屏蔽板、调频汇流排及热能搜集器外，更主要应用于印刷线路板的导电材料和锂电池的电极材料。

随着新能源的快速发展，锂离子电池正朝着高容量化、高密度化以及高速化发展，对电解铜箔的要求也随之提高。电解铜箔作为锂离子电池的关键原材料，其质量水平严重影响着锂电池的加工工艺和锂电池的质量。电解铜箔的质量主要体现在电解铜箔的厚度、单位面积质量（面密度）、抗高温氧化性、质量电阻率、抗拉强度、伸长率、剥离强度等性能指标上，其中电解铜箔的厚度、面密度性能指标尤为重要，电解铜箔的厚度直接影响到锂离子电池的一致性、稳定性及容量大小。

目前，电解铜箔生产企业对铜箔厚度的测试，业内普遍采用基重来表征铜箔的厚度，电解铜箔基重管控方法为：每日安排巡检，每 4 小时对铜离子浓度巡检一次，根据巡检结果，及时对铜离子浓度进行优化；安排检验人员巡检生箔工序的电流并进行记录，当生箔电流出现波动时，对铜箔基重进行检验，检验合格后方可转入下道工序；对员工进行检验工作的培训，每生产一卷铜箔，安排检验员对铜箔的基重进行检测，将检测结果记录在案。由于采用传统人工操作方式，其结果往往导致铜箔质量可控性差、生产效率低下、生产成本增高。

为解决这一难题，各仪器厂商纷纷推出了系列化厚度/面密度测量仪器，并将其应用于电解铜箔的厚度/面密度测量，对提高电解铜箔质量起到了一定的推动作用。但迄今为止，市场尚无明确的电解铜箔厚度/面密度测量标准，电解铜箔厚度/面密度测量仪的产品质量和性能只能由各仪器企业进行单方面认定，无法对各类电解铜箔厚度/面密度测量产品的分类、技术要求、检验规则、标志、包装、运输及储存等性能进行统一规范，且对电解铜箔厚度/面密度一致性评判缺乏权威性的检测方法，从而给锂电池产业链上下游的生产企业在

测量上带来了诸多不便。

鉴于目前国内对铜箔厚度/面密度的测量方法主要采用 X 射线扫描技术，因此有必要在电解铜箔行业制定厚度/面密度测量系统的团体标准。通过制定该标准以进一步规范电解铜箔厚度/面密度测量产品的生产规范与技术要求，以推进该测量产品的不断完善和发展，从而更好地促进我国电解铜箔产品质量的提升。

1.2 目前已完成工作

1.2.1 调研

到今为止，国外对于 X 射线测厚仪的技术已有多年的深入研究，其设备也在我国得到了一定的应用，在测量技术上积累了深厚的经验。然而国外在 X 射线测厚仪的相关产品标准也很少见，英国标准学会（GB-BSI）发布的现行标准《ISO 16413:2020 Evaluation of thickness,density and interface width of thin films by X-ray reflectometry.Instrumental requirements,alignment and positioning,data collection,data analysis and reporting》，即为“通过 X 射线反射计评估薄膜的厚度、密度和界面宽度 仪器要求、校准和定位、数据收集、数据分析和报告”，本文件规定了单板厚度、密度和界面宽度的评估方法。该标准等同于我国的《GB/T 36053-2018》标准，不能适用于电解铜箔 X 射线在线厚度/面密度的测量。

1.2.2 标准启动会

2022 年 10 月蓝冰河（常州）精密测量技术有限责任公司组织本公司相关技术、生产、质量及销售召开了本标准的启动会议，标准启动会上相关人员介绍了电解铜箔 X 射线在线厚度/面密度测量系统国内外状况、行业发展动向，技术、质量和生产人员介绍了电解铜箔 X 射线在线厚度/面密度测量系统质量指标及其一般检测方法等。

1.2.3 起草标准草案

2022 年 11 月，蓝冰河（常州）精密测量技术有限责任公司起草了本标准草案，并组织本单位及相关单位技术人员对标准草案进行了讨论。根据市场调研及实际情况分析，会议确定了本标准草案中编写的项目电解铜箔 X 射线在线厚度/面密度测量系统、主要包含系统的检测方法、系统的测量方式、系统的结构与组成、系统的标定方法与标定周期、系统的总体性能要求与检验方法、产品包装及运输等。

1.2.4 进行验证试验

本标准工作组收集了行业内若干主要电解铜箔 X 射线在线厚度/面密度测量系统供应商在下游客户端的应用产品，采用本标准中所规定的方法进行该系统所有相关指标的验证。

1.2.5 标准讨论稿

标准工作组于 2022 年 12 月完成标准讨论稿，2023 年 3 月中电材协组织相关技术人员对本标准内部讨论稿进行评审，评审确定本标准规定的范围、系统的具体技术要求及其具体检验方法、系统的检验规则，以及参考的国家标准和行业标准等内容。

1.2.6 后续工作计划

标准工作组计划于 2023 年 6 月完成征求意见稿，2023 年 11 月完成送审稿，2024 年 1 月完成报批稿。

1.3 标准主要起草人及其所做的工作

表 1 标准工作组

	姓名	单位	主要工作
组长	彭智	蓝冰河（常州）精密测量技术有限公司	组织协调标准工作、起草制定、联络意见征集
组员	张艳	蓝冰河（常州）精密测量技术有限公司	组织协调标准工作、起草制定、联络意见征集
	丁瑜	诺德投资股份有限公司	参与调研、收集、讨论、汇总，标准执笔
	李富明	圣达电气有限公司	参与标准调研、讨论和技术支持
	张晨亚	四川日盛铜箔科技股份有限公司	参与标准调研、讨论和技术支持
	武玉英	山东大学	参与标准讨论、修改和技术支持
	巴大明	浙江双元科技股份有限公司	参与标准讨论、修改和技术支持
	刘建广	上海昭晟机电设备有限公司	参与标准讨论、修改和技术支持
	邹迪华	云南惠铜新材料科技有限公司	参与标准讨论、修改和技术支持

2 标准编制原则和确定标准主要内容

2.1 编制原则

本标准严格遵照 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》，GB/T 1.2-2020 《标准化工作导则 第2部分：以 ISO/IEC 标准化文件为基础的标准化文件起草规则》的有关规定起草。

2.2 标准主要内容

2.2.1 范围（1）

本标准规定了电解铜箔X射线在线厚度/面密度测量系统（以下简称“厚度/面密度测量系统”）的术语和定义、结构与命名、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

2.2.2 规范性引用文件

2.2.3 术语和定义（3）

GB/T 17212 界定的术语和定义适用于本文件。

2.2.4 结构与命名

电解铜箔X射线在线厚度/面密度测量系统组成结构命名原则。

2.2.5 要求

通用技术要求和总体性能要求。

2.2.6 试验方法

- a) 通用技术要求检验
- b) 总体性能要求试验
- c) 构造要求检验
- d) 参数与性能指标要求检验
- e) 电气装配要求检验
- f) 安全性能试验

2.2.7 检验规则

2.2.8 标志、包装、运输、贮存

3 主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证、预期的经济效果

3.1 主要试验（或验证）的分析、综述报告

本标准各项指标是根据市场供需情况总结出来的，并结合了从行业内各相关企业收集获得的技术资料，完全可以满足其应用要求。对其进行了试验。收集行业内下游客户端的应用产品，采用本标准中所规定的方法进行该产品所有相关指标的检验结果如下：

表3 检验方法

序号	试验项目	要求	试验方法	检验分类	
				出厂检验	型式检验
1	外观要求	5.1.2	6.1.2	√ ^a	√ ^a
2	总体性能要求	5.2	6.2	√ ^a	√ ^a
3	构造要求	5.3	6.3	— ^b	√ ^a
4	参数与性能指标要求	5.4	6.4	√ ^a	√ ^a
5	电气装配要求	5.4	6.4	√ ^a	√ ^a
6	绝缘电阻试验	5.6.1	6.6.1	√ ^a	√ ^a
7	接地电阻试验	5.6.2	6.6.2	√ ^a	√ ^a
8	电磁兼容性试验	5.7	6.7	— ^b	√ ^a

注：“a”表示必须检验的项目，“b”表示不需检验的项目

测厚设备数据对照										
规格：(1+ 5.4 +1) um	名称：复合铜箔					标准克重：			单位：g/m ²	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
设备数据	27.69	27.75	28.3	27.13	26.84	27.09	27.35	29	27.44	27.91
品质实测	28.18	27.85	28.69	26.91	27.23	27.2	27.64	29.07	27.75	28.39
差值	0.49	0.10	0.39	0.22	0.39	0.11	0.29	0.07	0.31	0.48
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
设备数据	28.04	27.82	28.51	27.27	26.91	27.04	27.35	28.97	27.24	27.73
品质实测	28.27	27.86	28.94	27.13	27.22	27.24	27.72	29.13	27.46	27.74
差值	0.23	0.04	0.43	0.14	0.31	0.20	0.37	0.16	0.22	0.01

由上表可知，本标准中的主要指标在行业内产品中处于平均水平，适合于行业内进行推广，并且符合产品在下游产业产线内的应用需求。

3.2 技术经济论证、预期的经济效果

中国电解铜箔作为一个新兴的铜加工产品，在电子材料中的地位越来越重要，受到国家战略政策推动和地方税收扶持，已经进入快速发展阶段。电解铜箔除了广泛应用于建筑装饰材料、挠性母线、电波屏蔽板、调频汇流排及热能搜集器外，更主要应用于印刷线路板的导电材料和锂电池的电极材料。

通过本标准的制定，以高标准引领高品质，有利于规范行业合理竞争，良性发展，促进生产企业提升产品质量及服务品质，提升客户满意度，将能够在之后较长一段时间的显示技术发展中降低显示行业中企业的生产风险，提高市场供需关系的相互协调和补偿能力，从而进一步推进下游电解铜箔技术的发展，有利于国产化显示行业制造水平的进一步提升，也必将产生良好的经济效益和社会效益。

4 采用国际标准或国外先进标准的目的、意义和一致性程度

本标准制定过程未采用到国际标准或国外先进标准，标准水平达到国内先进水平。亦未涉及到专利等知识产权的情况。

5 与我国有关的现行法律、法规和相关强制性标准的关系。

《JJG480-2007 X 射线测厚仪检定规程》对 X 射线测厚仪的计量性能要求、通用技术要求、检定条件、检定项目、检定方法、检定周期等进行了规范，并给出了 X 射线测厚仪的检定方法。《GB/T 36053-2018 X 射线反射法测量薄膜的厚度、密度和界面宽度 仪器要求、准直和定位、数据采集、数据分析和报告》仅仅是规定了一种通过 X 射线反射技术（XRR）测量平面衬底上厚度介于约 1nm~1 μ m 之间的单层和多层薄膜的厚度、密度和界面宽度的方法，该方法使用单色化的平行光进行角度或散射矢量扫描，该方法下的数据采集会存在被测材料的不稳定性会引起测量结果准确度下降，导致被测材料厚度的测量结果不准确。本标准与现行相关法律、法规、规章不矛盾。

6 国外相关法律、法规和标准情况的说明。

本标准为非强制性标准。

7 重大分歧意见的处理经过和依据。

无重大分歧意见。

- 8 标准作为强制性标准或推荐性标准、指导性技术文件的建议及其理由；密级确定的建议及其理由。

本标准为非强制性标准。

- 9 贯彻标准的要求和措施建议。

建议标准作为推荐性标准实施后组织标准宣讲，以使行业内相关企业了解标准内容，作为产品制造、交货验收的依据，促进标准的顺利实施。

- 10 设立标准实施过渡期的理由：根据国家经济、技术政策需要和该强制性标准涉及的产品技术改造难度等因素，提出标准的实施日期的建议。

本标准为非强制性标准。

- 11 代替或废止现行有关标准的建议。

本标准为首次制定。

- 12 其他主要内容的解释和其他需要说明的事项。

无