

团 体 标 准

城市轨道交通 电气用间位芳纶制品 第 2 部分：绝缘纸板

（征求意见稿）

编制说明

2026-03-27

《城市轨道交通 电气用间位芳纶制品 第2部分：绝缘纸板》 (征求意见稿) 编制说明

1 任务来源、协作单位

1.1 任务来源

2026年1月27日，中国城市轨道交通协会下达2026年第一批团体标准制修订计划的通知（中城轨〔2026〕7号），《城市轨道交通 电气用间位芳纶 第1部分：绝缘纸》标准正式立项，计划编号为：2026016—T—13），由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会牵引电气设备与系统分技术委员会（SC13）管理，计划完成时间为2026年12月。

1.2 协作单位

牵头单位：株洲时代新材料科技股份有限公司

参编单位：株洲时代华先材料科技有限公司、中车株洲电机有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司、中车永济电机有限公司、瑞安复合材料（深圳）有限公司。

2 编制工作组简况

2.1 编制工作组及其成员情况

编制单位中，时代新材长期从事芳纶绝缘纸板的研发、检验等工作；时代新材控股公司时代华先负责芳纶绝缘纸板的生产和销售；株洲所、株洲电机、中车永济为参与起草单位，长期从事电机和变压器的生产制造与应用；参与起草单位瑞安复合材料（深圳）从事芳纶绝缘纸板的生产和销售。

本标准起草单位株洲时代新材料科技股份有限公司，在国家工业转型升级强基工程、国家重点研发计划、国家军品配套重大专项、湖南省科技重大专项、湖南省创新型省份建设专项、湖南省揭榜挂帅等十余个项目支持下，历经十余年技术攻关，研制的间位芳纶绝缘材料性能达到国际先进水平，荣获中国中车科学技术奖特等奖，完全具备了在轨道交通领域实现国产化替代的基本条件，已在轨道交通列车牵引电机、变压器实现替代应用。

总体而言，本文件的编制单位参编人员覆盖了城市轨道交通绝缘纸板研发设计单位、生产制造、应用单位，组成合理，具备编制本文件的技术能力。

2.2 标准主要起草人及其所做的工作

表1 标准主要起草人及任务分工

序号	单位	姓名	职称	分工
1	株洲时代新材料	杨军	正高级工程师	全面负责本标准编写及协调工作

2	科技股份有限公司	王进	正高级工程师	负责本标准第 1、2、3、5、6、7、8 章节的编写及试验验证
3		丁婷	正高级工程师	参与本标准第 1、2、3、5、6、7、8 章节的编写及试验验证
4		黄安民	正高级工程师	参与本标准第 1、2、3、5、6、7、8 章节的编写及试验验证
5		雷慧玲	高级工程师	负责全文的标准化审核及沟通联络。
6	株洲时代华先材料科技有限公司	宋欢	正高级工程师	负责本标准的第 1、2、3、4、5、6 章节的编写，参与制品的试验验证
7		黎勇	高级工程师	参与本标准的第 1、2、3、4、5、6 章节的编写及试验验证
8		杨清	高级工程师	参与本标准的第 1、2、3、4、5、6 章节的编写及试验验证
9	中车株洲电力机车研究所有限公司	李强军	正高级工程师	参与本标准的第 1、2、3、4、5、6 章节的编写，负责电机、变压器等的应用验证，参与制品的试验验证
10		王有川	工程师	参与本标准的第 1、2、3、4、5、6 章节的编写，负责电机、变压器等的应用验证，参与制品的试验验证
11	中车株洲电机有限公司	陈红生	正高级工程师	参与本标准的第 1、2、3、4、5、6 章节的编写，负责电机、变压器等的应用验证
12		梁西川	高级工程师	参与本标准的第 1、2、3、4、5、6 章节的编写，负责电机、变压器等的应用验证
13	中车永济电机有限公司	刘冠芳	正高级工程师	参与本标准的第 1、2、3、4、5、6 章节的编写，负责电机的应用验证
14		李晓琳	工程师	参与文本的标准化工作
15	瑞安复合材料(深圳)有限公司	乐先建	高级工程师	参与本标准的第 5 章节的编写

3 起草阶段的主要工作内容

3.1 起草阶段

2026 年 2 月 6 日，中国城市轨道交通协会标准化技术委员会牵引电气设备与系统分技术委员会（SC13）秘书处组织召开了团体标准项目的编制启动会暨工作组会议，会议采用线下会议和腾讯会议结合形式，参加会议的有株洲时代新材料科技股份有限公司、株洲时代华先材料科技有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司、中车株洲电机有限公司、中车永济电机有限公司、瑞安复合材料（深圳）有限公司等 6 家单

位 15 位专家代表。会上 SC13 秘书处对团体标准制修订的流程和要求进行了宣贯，株洲时代新材料科技股份有限公司作为主编单位介绍了标准的任务来源、编制的必要性、适用范围、章节目录、工作组的组成与分工、编制重难点和各阶段工作进度安排等方面的内容。与会专家对标准文本内容均达成了一致意见，并将标准名称改为《城市轨道交通 电气用间位芳纶制品 第 2 部分：绝缘纸板》。

4 标准编制原则及与国家法律法规和强制性标准及有关标准的关系

4.1 编制原则

- 1) 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1—2020 的要求。
- 2) 符合《中国城市轨道交通协会团体标准管理办法》的要求。
- 3) 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。
- 4) 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进。
- 5) 标准实施后有利于促进城市轨道交通产品的技术进步，保障运营安全，符合行业发展需求。

4.2 与相关法律法规和强制性情况

本文件符合相关法律法规、政策，无违反强制性标准的内容。

4.3 本标准与其他标准的区别

本标准是在 GB/T 29627.3—2023《电气用聚芳酰胺纤维纸板 第 3 部分：单项材料规范》的基础上制定。与 GB/T 29627.3—2023 的重要技术差异见表 2。

表 2 与 GB/T 29627.3—2023 的重要技术差异

序号	GB/T 29627.3—2023	本标准/本部分	说明
1	1 范围 本文件适用于电气用无填充的间位芳纶绝缘纸板。	1 范围 本标准适用于城市轨道交通电气用无填充的间位芳纶绝缘纸板。	本标准适用范围更小。
2	3 术语与定义 本文件没有需要界定的术语和定义。	3 术语与定义 <间位芳纶>绝缘纸板 meta-aramid fiber insulation pressboard 由间位芳纶短切纤维和间位芳纶沉析纤维按照一定比例经抄造后多层叠加热压制成，不含胶粘剂和除间位芳纶以外的其他任何纤维的纸板。	明确间位芳纶绝缘纸板的定义。
3	4 分类与命名 电气用聚芳酰胺纤维纸板单项材料目前主要包含 APB-LD（低）、APB-C（中）、APB-HD（高）三种型号。	4 分类 城市轨道交通电气用间位芳纶绝缘纸板主要分为下列两类产品： ——APB-C 型：中密度（0.7g/cm ³ ~1.0g/cm ³ ，不含	城市轨道交通领域对芳纶绝缘板的需求主要是集中在中密度和高密度芳纶绝缘板，补充了对两种型号芳纶绝缘板用途的简要介绍。

		0.7g/cm ³) ; APB-HD 型: 高密度 (1.0g/cm ³ ~1.2 g/cm ³ , 不含 1.0g/cm ³) 。	
4	表 3 标称厚度: h≤1.5mm; 1.5mm <h≤3.0mm; 3.0mm<h≤ 6.0mm; h>6.0mm	表 1 标称厚度: h≤1.5mm; 1.5mm <h≤3.0mm; 3.0mm<h≤ 6.0mm	本标准将标称厚度分成 3 个区 间,城市轨道交通领域对芳纶绝 缘板的厚度需求集中在 1.0-6.0mm,超过 6.0mm 的主 要是用来做垫块,通常是通过 1.0 —6.0mm 芳纶绝缘板加工而成。
5	表 3 ①厚度偏差 (%): ±10	表 1 ①厚度偏差 (%): h≤1.5mm: ±7.5; 1.5mm<h≤3.0mm: ±5.0; 3.0mm<h≤6.0mm: ±5.0	减小芳纶绝缘纸板的厚度偏差 可以提高产品批次间的一致性, 还有助于产品自动化加工。
6	表 3 ③拉伸强度 (MPa): h≤1.5mm: 纵向: ≥28 (APB-C)、≥80 (APB-HD); 横向: ≥18 (APB-C)、≥50 (APB-HD) 1.5mm<h≤3.0mm: 纵向: ≥ 35 (APB-C)、≥90 (APB-HD); 横向: ≥22 (APB-C)、≥55 (APB-HD) 3.0mm<h≤6.0mm: 纵向: ≥ 45 (APB-C)、≥95 (APB-HD); 横向: ≥30 (APB-C)、≥60 (APB-HD)	表 1 ③拉伸强度 (MPa): 纵向: ≥50 (APB-C); ≥100 (APB-HD) 横向: ≥30 (APB-C); ≥70 (APB-HD)	本标准规定拉伸强度只按型号 区分,因为芳纶绝缘板的拉伸强 度主要是跟其型号相关;提高芳 纶绝缘板的拉伸强度,有利于抵 抗形变和开裂,降低绝缘层因机 械应力损坏的风险,提升变压器 的机械可靠性。
7	表 3 ④高密度芳纶绝缘板断裂伸 长率 (%): h≤3.0mm: 纵向: ≥10, 横向 ≥10; h>3.0mm: 纵向: ≥11, 横向≥11	表 1 ④高密度芳纶绝缘板断裂伸 长率 (%): h≤3.0mm: 纵向: ≥10, 横向 ≥10; h>3.0mm: 纵向: ≥11, 横向≥11	芳纶绝缘板断裂伸长率主要是 由芳纶纤维性能和产品型号决 定的,与其厚度不存在明显的对 应关系。以标称厚度 3mm 为界 限分类,与国家标准一致。
8	表 3 ⑮可压缩性 (%): 中密度芳 纶绝缘板无可压缩性要求;高 密度芳纶板: C≤5.0; Crev≥ 50	表 1 ⑤可压缩性 (%): 中密度芳 纶绝缘板 C≤15; Crev≥50; 高密度芳纶板: C≤3.0; Crev ≥75	增加中密度芳纶绝缘板的可压 缩性指标,降低高密度芳纶绝 缘板的可压缩性提高其弹性变 形,有利于芳纶绝缘板在长期压 力(如绕组紧固力、电磁振动)下 和频繁振动条件下,不易发生塑 性变形以及不易疲劳断裂,提升 绝缘系统的机械稳定性,延长设 备使用寿命。
9	表 3 ⑤工频电气强度 (kV/mm): APB-C: ≥12 (空气中); ≥ 35 (油中); APB-HD: ≥20 (空 气中); ≥40 (h≤1.5mm, 油 中), ≥35 (h>1.5mm, 油中)	表 1 ⑩电气强度 (kV/mm): APB-C: ≥15 (空气中); ≥ 40 (油中); APB-HD: ≥20 (空 气中); ≥45 (油中)	芳纶绝缘板电气强度的提升可 增强绝缘系统在高压、局部放电 或过电压条件下的稳定性,减少 绝缘击穿风险,尤其适用于城市 轨道交通频繁启停和负荷波动 的工况。

10	表 1 ⑬高密度芳纶绝缘板弯曲强度 (Mpa) : 纵向: ≥ 75 ; 横向: ≥ 55	表 1 ⑮弯曲强度 (Mpa) : 纵向: ≥ 80 ; 横向: ≥ 60	提升高密度芳纶绝缘板的弯曲强度,有利于该材料的后续加工使用。
11	表 3 ⑰温度指数 ($^{\circ}\text{C}$) : ≥ 210	表 1 ⑱温度指数 ($^{\circ}\text{C}$) : ≥ 220	在城市轨道交通频繁启停或大负荷运行时,变压器设备内部温度可能骤升,提高芳纶绝缘板的温度指数可降低绝缘系统失效风险,也有利于提升设备过载能力与功率密度,满足城市轨道交通轻量化需求。
12	表 3 无对液体电介质的污染的要求	表 1 ⑲对绝缘油的污染性能: 由供需双方协商确定	增加该试验项点有利于掌握芳纶绝缘板与绝缘油的相容性,延长液体电介质寿命,提升设备绝缘可靠性。

5 标准主要技术内容的论据或依据; 修订标准时, 应增加新、旧标准水平的对比情况

5.1 标准主要技术内容的论据或依据

本标准规定了城市轨道交通电气用间位芳纶绝缘纸板的定义、分类、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标识、运输和贮存等。本标准适用于适用于轨道交通电气用无填充的间位芳纶绝缘纸板。

3.2 本标准的主要技术要求包括外观和机加工要求, 机械性能(如拉伸强度、弯曲强度、伸长率等)、电绝缘性能(电气强度、体积电阻率、介电常数等)、热稳定性(收缩率、温度指数等)、吸油特性(吸油率、油中电气强度)等的技术要求及试验方法, 检验规则、包装、标识、贮存与运输等要求。

主要技术内容确定的依据如表2所示。

表2 主要技术内容确定依据

序号	主要技术内容	确定依据和理由
1.	1 范围	标准主要依据城市轨道交通特点, 规定了城市轨道交通电气用间位芳纶绝缘纸板的定义、分类、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标识、运输和贮存等。适用于城市轨道交通电气用间位芳纶绝缘纸的设计、制造和检验。
2.	2 规范性引用文件	机械性能、电绝缘性能、热稳定性等试验引用GB/T 29627.2、GB/T 12914、GB/T 1409等标准要求。
3.	3 术语和定义	针对标准中使用的名词, 并结合其成份、制备工艺流程和性能特点, 进行定义。
4.	4 分类	参考GB/T 29627.2—2023标准中的规定, 并结合在城市轨道交通电气领域实际使用情况和用途进行针对性修改。
5.	5.1 外观	根据间位芳纶绝缘纸板的制备工艺以及材料特性, 对城市轨道交通电气用间位芳纶绝缘纸板外观进行规定。
6.	5.2 性能要求	参考GB/T 29627.2—2023标准中对芳纶绝缘纸板的性能要求并结合城市轨道交通的运行特点进行针对性修改
7.	6 试验方法	厚度、表观密度、拉伸强度、断裂伸长率、可压缩性、收缩率、水分、邵氏硬度、电气强度、介质损耗因数、相对电容率、体积电阻、吸油性、温度指数、弯曲强度的测量或试验

		按照 GB/T 29627.2—2023 的规定进行；层间粘结性、灰分、水萃取液电导率试验按照 GB/T 19264.2—2013 的规定进行；对对绝缘油的污染性能试验参考 JB/T 14694—2024 标准中提供的试验方法；防火性能试验按照 EN 45545-2：2020 的规定进行；禁限用物质试验按照 TB/T 3139 的规定进行。
8.	7 检验规则	参照 GB/T 29627.2—2023 和客户要求，对出厂检验和型式检验进行规定。
9.	8 标志、包装、运输和贮存	参照 GB/T 29627.2—2023 和客户要求，结合间位芳纶材料特性，对标志和包装进行规范，对运输和贮存进行规定。

5.2 修订标准时，应增加新、旧标准水平的对比

无，本标准是首次制定。

6 主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

6.1 主要试验（验证）的分析

本标准的机械性能、电绝缘性能、热稳定性试验按照GB/T 29627系列标准中相关章节的规定执行；层间粘结性、水萃取液电导率试验按照GB/T 19264.2—2013的规定进行；对对绝缘油的污染性能试验参考JB/T 14694—2024标准中提供的试验方法；防火性能试验按照EN 45545-2：2020的规定进行；禁限用物质试验按照TB/T 3139的规定进行。

通过收集汇总目前城市轨道交通领域已在用的芳纶绝缘纸板牌号，对其多批次的各项性能进行检测并结合实际运用工况制定相关材料性能指标。截止2025年，已有多个城市轨道交通车辆电气用芳纶绝缘纸板按照本标准提及的技术要求执行，执行过程无异常，车辆运行情况良好。

表3 主要检验项目及对应试验报告

序号	检查项目	试验报告
1	厚度	图 1
2	拉伸强度	图 2
3	断裂伸长率	图 2
4	可压缩性	图 2
5	收缩率	图 2
6	层间粘结性	图 3
7	弯曲强度	图 3
8	电气强度（空气中、油中）	图 4
9	吸油率	图 4
10	温度指数	图 5
11	对液体电介质的污染	图 6、图 7
12	防火等级	图 8
13	禁限用物质	图 9、图 10

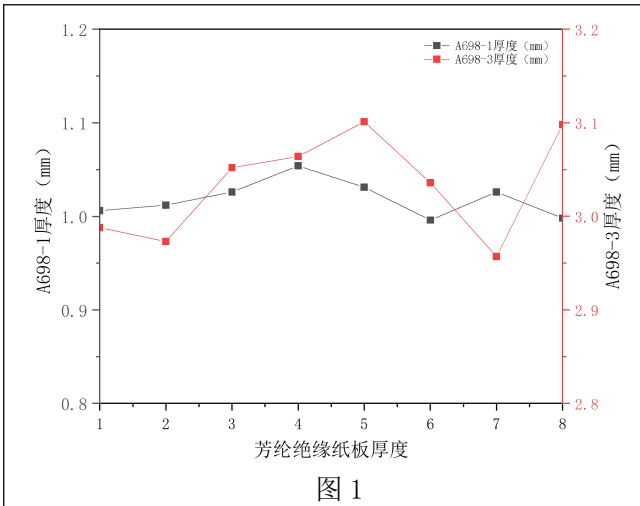


图 1

国家轨道交通高分子材料及制品质量检验检测中心(湖南)
National Inspection Center of Polymeric Materials and Products for Railways (Hunan)

检测报告
Test report

No: W2024074205

样品编号 Identification Number	序号 Item No.	检测项目 Test Item	计量单位 Unit	检测标准 (方法) Test Method	技术要求 Technical Requirement	检测结果 Result	单项结论 Individual Conclusion	
W2024074205	1	拉伸强度	纵向 MPa	GB/T 29627.2-2013 /6.1	/	40.4	/	
		横向 MPa	75.8			/		
	2	断裂伸长率	纵向 %	GB/T 29627.2-2013 /5	/	11.9	/	
		横向 %	15.8			/		
	3	厚度	mm	GB/T 29627.2-2013 /4.1.2	/	2.950	/	
	4	表观密度	g/cm ³	GB/T 29627.2-2013 /5	/	0.802	/	
	5	介电损耗因数	/	GB/T 29627.2-2013 /13	/	8.6×10 ⁻⁴	/	
	6	相对电容量	/	/13	/	2.5	/	
	7	压缩性	可压缩性 C	%	GB/T 29627.2-2013 /8	/	0.45	/
			弹性变形 Crev	%	/8	/	62.5	/
	8	收缩率	纵向	105℃×24h	%	/	0.511	/
				180℃×24h	%	/	0.900	/
				240℃×24h	%	/	0.972	/
				105℃×24h	%	/	0.226	/
厚度		横向	180℃×24h	%	GB/T 29627.2-2013 /17	/	0.625	/
			240℃×24h	%	/	1.03	/	
			105℃×24h	%	/	0.805	/	
			180℃×24h	%	/	0.949	/	
240℃×24h	%	/	0.153	/				

第 4 页, 共 6 页

图 2

国家轨道交通高分子材料及制品质量检验检测中心(湖南)
National Inspection Center of Polymeric Materials and Products for Railways (Hunan)

检测报告
Test report

No: W2024074205

样品编号 Identification Number	序号 Item No.	检测项目 Test Item	计量单位 Unit	检测标准 (方法) Test Method	技术要求 Technical Requirement	检测结果 Result	单项结论 Individual Conclusion	
W2024074205	9	水萃取电导率	mS/m	GB/T 19264.2-2013 /15	/	0.86	/	
	10	水分(150℃×24h)	%	29627.2-2013 /16	/	4.47	/	
	11	层间粘接力	/	GB/T 19264.2-2013 /12.1	试样剥离后有多层撕裂且表面有明显发毛现象。	/	/	
	12	弯曲强度	纵向	MPa	GB/T 29627.2-2013 /7	/	37.0	/
			横向	MPa	/7	/	42.5	/
	13	邵氏硬度 D/15	/	GB/T 29627.2-2013 /10	/	50	/	
14	体积电阻率	Ω·cm	GB/T 29627.2-2013 /14	/	1.6×10 ¹⁷	/		
检测设备 Test Equipments		电子数显卡尺、高低温电子万能材料试验机、厚度测定仪、电子密度分析天平、介电损耗测试仪、电子分析天平、烘箱、箱式电炉、电导率仪、热老化箱、高阻计、真空干燥箱、热老化高温试验箱、微机控制电子万能试验机、数显硬度测试仪、高阻计、电子数显卡尺						
备注 Remark		<ol style="list-style-type: none"> 拉伸试验：试验速率为 20mm/min; 压缩性试验：试验速率为 5mm/min, 9 层试样叠加进行测试, 试样测试前在 105℃ 下干燥处理 24h, 后抽真空至 1kPa, 并保持 24h; 相对电容量和介电损耗因数：测试电压 1000V, 测试频率 50Hz, 试验压力 6N/cm², 试样测试前在 150℃ 下干燥处理 24h; 收缩率(热处理前尺寸-热处理后尺寸)/热处理前尺寸*100%; 弯曲强度：试验速率为 2mm/min, 跨距为 16 倍试样厚度; 体积电阻率：测试电压 500V, 保持 1min 后读数, 电极为圆环电极, 底面积为 21.237cm², 试样测试前在 150℃ 下干燥处理 24h; 水萃取电导率及水分项目检测地址为湖南省株洲市天元区黄河北路 788 号, 其它项目检测地址为湖南省株洲市天元区栗江路 639 号。 						

第 5 页, 共 6 页

图 3

CEMT

No: 202408300

CEMT/QR-7.8-01-01-2020(1)
共 4 页 第 4 页

检测报告

产品名称: 聚芳酰胺纤维绝缘板

序号	检测性能 / 项目	单位	要求	检测结果	检测方法
1	电气强度 (空气中)	kV/mm	—	21.8	GB/T 29627.3-2023 中规定的试验方法
2	电气强度 (油中)	kV/mm	—	54.8	
3	吸油性 (浸油 6h)	%	—	40.7	

备注: 第 1~2 项“电气强度”试验试样经单面加工后厚度为 (1.75~2.22) mm; “空气中”试样处理条件为: 150℃±2℃/24h, 待试样冷却至室温后, 采用 Φ25mm/Φ75mm 圆柱电极系统, 3.0kV/s 的快速升压方式, 在常压空气中进行试验; “油中”试样处理条件为: 105℃±2℃ 下真空干燥 24h 后, 注入 80℃±2℃ 变压器油, 待试样完全浸透后解除真空, 在 80℃±2℃ 油中保持 24h, 待试样冷却至室温后, 采用 Φ25mm/Φ75mm 圆柱电极系统, 8.0kV/s 的快速升压方式, 在 23℃±2℃ 25° 变压器油中进行试验。

以下空白

检验专用章

图 4

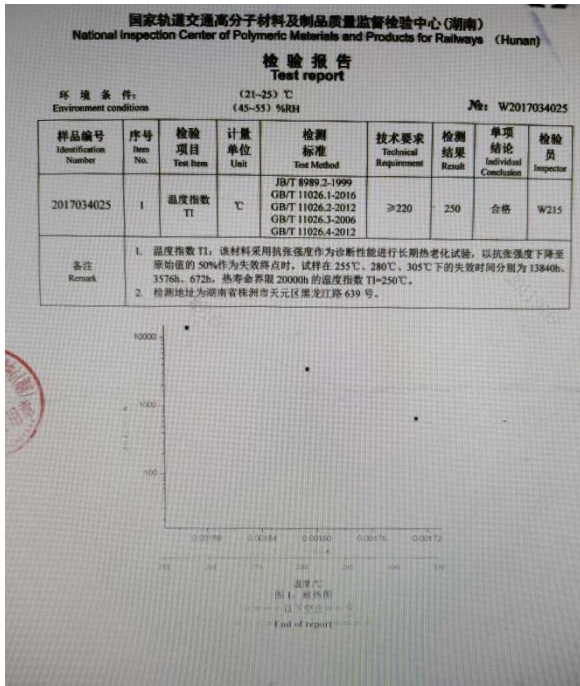


图 5

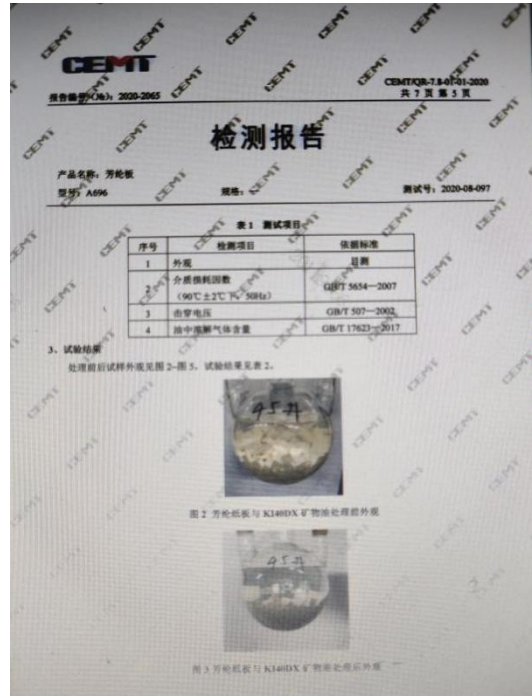


图 6



图 7



图 8



图 1 间位芳纶绝缘纸板试验报告

6.2 综述报告

本标准对于间位芳纶绝缘纸板的技术要求、试验方法、检验规则、标志和包装、运输和贮存等作出了详细规定。在生产和应用过程中，城市轨道交通用间位芳纶绝缘纸参照现有的国标、客户技术协议等开展项目的试验、检验，积累了大量的数据。本标准编制过程中，在性能参数的制定、试验项目的确定上，参考了各单位的试验检验数据，并进行了规范。

6.3 技术经济论证

城市轨道交通电气用间位芳纶绝缘纸板的应用可提升变压器绝缘系统的可靠性，降低因电气故障导致的停运风险，提高城市轨道交通车辆的运营安全性和降低维护成本，同时也为城市轨道交通紧凑型变压器设计提供可能，最终可实现节能、提速的目的。

6.4 预期的经济效果

城市轨道交通电气用间位芳纶绝缘纸的推广应用能一定程度降低城市轨道交通的采购成本和运营成本。该标准的制定可牵引国产间位芳纶绝缘纸的全面性能提升，目前已有部份城市轨道交通车辆的变压器采用国产芳纶绝缘纸替代，间位芳纶绝缘纸板的价格由进口产品的 700 元/kg 左右降至国产产品的 500 元/kg 左右。以一辆 4 节编组的市域车为例，间位芳纶绝缘纸用量约 80 kg/辆，可节约 16000 元/辆。近三年，市域车的产量保持在 800 辆以上，标准动车组约 300 列，因此可降低间位芳纶绝缘纸板采购

成本至少约 2200 万元。

7 采用国际标准的程度及水平的简要说明

无。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

9 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

本标准为新制定，为进一步推进标准的执行及宣贯，主要采取如下措施：

1) 标准发布后，积极开展标准宣贯工作；

2) 编制组联合中国城市轨道交通协会向相关方进行技术要求宣贯，深入阐述要求的合理性和先进性，积极推动在城市轨道交通运营中引用该标准；

3) 进一步用实际工程效益验证技术要求及试验方法的合理性。

10 其他应予说明的事项，如涉及专利的处理等

在 2026 年 2 月 6 日召开的标准项目的编制启动会暨工作组会议上，与会专家一致同意将标准名称改为《城市轨道交通 电气用间位芳纶制品 第 2 部分：绝缘纸板》。