

ICS 85.060
CCS Y 32

CTAPI 团 体 标 准

T/CTAPI XXXX—XXXX

蜂窝芯材用芳纶纸

Aramid paper for honeycomb core materials

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国造纸学会 发布

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。

本文件由中国造纸学会提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次制定。

蜂窝芯材用芳纶纸

1 范围

本文件规定了蜂窝芯材用芳纶纸的要求、检验规则、标志、包装、运输和贮存，描述了相应试验方法，给出了产品的分类信息。

本文件适用于蜂窝芯材用芳纶纸的生产、检验和销售。

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 450 纸和纸板 试样的采取及试样纵横向、正反面的测定
- GB/T 451.1 纸和纸板尺寸及偏斜度的测定
- GB/T 451.2 纸和纸板定量的测定
- GB/T 455 纸和纸板撕裂度的测定
- GB/T 458 纸和纸板 透气度的测定
- GB/T 1540 纸和纸板吸水性测试
- GB/T 10739 纸、纸板和纸浆试样处理和试验的标准大气条件
- GB/T 12914 纸和纸板 抗张强度的测定 恒速拉伸法（20 mm/min）
- GB/T 22837 纸和纸板表面强度的测定（蜡棒法）
- GB/T 40302 塑料 立式软薄试样与小火焰源接触的燃烧性能测定
- HB 5435—1989 NH—1芳纶纸蜂窝芯材

3 术语和定义

HB 5435—1989界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蜂窝芯材用芳纶纸 Aramid paper for honeycomb core

主要以芳纶纤维及芳纶浆粕为原料，通过湿法成型并热压而成的用于加工近似六边形或其他形状孔格的轻质芯材的特种纸。

3.2

间位芳纶纸 Meta aramid paper

以间位芳纶纤维为主要原料通过湿法成型并热压制成的特种纸。

3.3

对位芳纶纸 Para aramid paper

以对位芳纶纤维为主要原料通过湿法成型并热压制成的特种纸。

3.4

混合芳纶纸 Mixed aramid paper

以间位芳纶纤维和对位芳纶纤维为主要原料，通过湿法成型并热压生产的特种纸。

4 分类与规格

4.1 蜂窝芯材用芳纶纸按主要原料不同分为蜂窝芯材用间位芳纶纸、蜂窝芯材用对位芳纶纸和蜂窝芯材用混合芳纶纸。

4.2 蜂窝芯材用芳纶纸按使用对象不同分为航空级蜂窝芯材用芳纶纸和工业级蜂窝芯材用芳纶纸。

4.3 蜂窝芯材用芳纶纸按标称厚度不同分为：25 μm 、40 μm 、50 μm 、80 μm 、100 μm 、130 μm 等规格。

5 要求

5.1 蜂窝芯材用间位芳纶纸的技术指标应符合表1的规定。

表1

指标名称	单位	要求					
定量偏差	\leq	±10					
抗张强度	\geq	kN/m	规格/ μm	航空级		工业级	
				纵向	横向	纵向	横向
			25	1.00	0.400	0.800	0.300
			40	1.80	0.900	1.40	0.700
			50	3.40	1.60	2.90	1.30
			80	5.50	2.50	4.40	2.00
			100	7.50	3.40	6.00	2.70
130							
断裂时伸长率	\geq	%	规格/ μm	航空级		工业级	
				纵向	横向	纵向	横向
			25	2.0	1.5	1.6	1.2
			40	3.0	2.5	2.4	2.0
			50	4.0	3.5	3.2	2.8
			80	5.0	4.0	4.0	3.2
			100	6.8	6.0	5.5	4.8
130							
弹性模量 ^a	\geq	GPa	规格/ μm	航空级		工业级	
				纵向	横向	纵向	横向
			25	1.50	0.700	1.20	0.600
			40	1.80	1.00	1.40	0.800
			50	2.50	1.50	2.00	1.20
			80	3.00	2.00	2.40	1.60
			100	4.00	2.40	3.20	1.90
130							
撕裂度	\geq	mN	规格/ μm	航空级		工业级	
				纵向	横向	纵向	横向
			25	220	300	170	240
			40	430	660	340	520
			50	650	1100	520	880
			80	720	1500	570	1200
100	1300	2700	1000	2100			

		130			
透气度 ^a	≤	μm/ (Pa·s)	规格/μm	航空级	工业级
			25	5.0	7.0
			40	2.0	3.0
			50	0.50	0.80
			80		
			100		
130					
吸水性(正反面均)	≤	g/m ²	规格/μm	航空级	工业级
			25	8.0	10.0
			40	10.0	12.0
			50	15.0	18.0
			80	25.0	28.0
			100	30.0	32.0
130					
热收缩率(纵横向均)	≤	%	规格/μm	航空级	工业级
			25	10.0	12.0
			40	8.0	10.0
			50		
			80		
			100		
130					
表面强度	≥	A	18		
垂直燃烧等级 ^a		—	VTM-0		
^a 弹性模量、透气度和垂直燃烧等级为参考指标,不作为合格与否的判定依据。					

5.2 蜂窝芯材用对位芳纶纸和蜂窝芯材用混合芳纶纸的技术指标应符合表2的规定。

表2

指标名称	单位	要求					
定量偏差	≤	%					
		±10					
抗张强度	≥	kN/m	规格/μm	航空级		工业级	
				纵向	横向	纵向	横向
			25	1.00	0.400	0.800	0.300
			40	1.80	0.900	1.40	0.700
			50	3.40	1.60	2.90	1.30
			80	5.50	2.50	4.40	2.00
100	7.50	3.40	6.00	2.70			
断裂时伸长率	≥	%	规格/μm	航空级		工业级	
				纵向	横向	纵向	横向
			25	0.6	0.4	0.4	0.3
			40				
			50	1.0	1.0	0.8	0.8
80							
100							
弹性模量 ^a	≥	GPa	规格/μm	航空级		工业级	
				纵向	横向	纵向	横向
			25	4.00	2.00	3.60	1.80
			40	5.00	2.50	4.50	2.20
			50	6.00	3.00	5.40	2.70
80	7.00	3.50	6.30	3.10			
100							
撕裂度	≥	mN	规格/μm	航空级		工业级	
				纵向	横向	纵向	横向
			25	300	650	120	240
			40	600	900	480	720
			50	650	1100	520	880
80	720	1500	570	1200			

		100	1800	2400	1440	1920
透气度 ^a	≤	μm/ (Pa·s)	规格/μm	航空级		工业级
			25	4.0		6.0
			40	2.0		3.0
			50	0.50		0.50
			80			
			100			
吸水性(正反面均)	≤	g/m ²	规格/μm	航空级		工业级
			25	8.0		10.0
			40	15.0		18.0
			50	20.0		25.0
			80	30.0		32.0
			100	35.0		38.0
热收缩率(纵横向均)	≤	%	规格/μm	航空级		工业级
			25	10.0		12.0
			40	8.0		10.0
			50			
			80			
			100			
表面强度	≥	A	14			
垂直燃烧等级 ^a		—	VTM-0			

^a弹性模量、透气度和垂直燃烧等级为参考指标，不作为合格与否的判定依据。

5.3 蜂窝芯材用芳纶纸卷筒宽度偏差不应超过±2 mm。

5.4 蜂窝芯材用芳纶纸纸面应平整、洁净，纤维组织应均匀，不应有孔洞、裂口、残缺、油渍、污渍、外来夹杂物、浆块等影响使用的缺陷。

5.5 蜂窝芯材用芳纶纸接头数量：卷筒直径在 400 mm 以下的不应超过 1 个，卷筒直径在 400 mm（含）以上的不应超过 2 个。接头宽度不应大于 20 mm，接头应牢固，接头处上下层不应粘连，同时应有明显标识。

6 试验方法

6.1 试样的采取和处理

试样的采取按GB/T 450的规定进行。试样的处理和试验的标准大气条件按GB/T 10739进行。

6.2 定量偏差

定量偏差按GB/T 451.2进行测定。

6.3 抗张强度、断裂时伸长率和弹性模量

抗张强度、断裂时伸长率和弹性模量按GB/T 12914进行测定。

6.4 撕裂度

撕裂度按GB/T 455进行测定。

6.5 透气度

透气度按GB/T 458中肖伯尔法进行测定。

6.6 吸水性

吸水性按GB/T 1540进行测定，测试时间选择60 s。

6.7 表面强度

表面强度按GB/T 22837进行测定。

6.8 热收缩率

热收缩率按附录A进行测定。

6.9 垂直燃烧等级

垂直燃烧等级按GB/T 40302进行测定及评价，进行燃烧性能测定时，厚度不超过0.25 mm。

6.10 卷筒宽度偏差

尺寸偏差按GB/T 451.1进行测定。

6.11 外观质量及接头数量

外观质量采用目测法进行检验，接头数量采用目测法进行计数。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

产品出厂前应按本文件的要求逐批进行检验，符合要求方可出厂。

7.3 型式检验

相同原料、相同工艺的同类产品每两年内应进行不少于1次的型式检验。有下列情况之一时，也应进行型式检验：

- a) 当原料、工艺发生重大改变时；
- b) 当产品首次投产或停产6个月以上后恢复生产时；
- c) 当生产场所改变时；
- d) 当国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.4 检验项目

出厂检验为常规检验项目，型式检验包括所有检验项目，具体见表2。

表2

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	要求的章条号	检验方法的章条号
1	定量偏差	●	●	5.1、5.2	6.2
2	抗张强度	●	●	5.1、5.2	6.3
3	断裂时伸长率	●	●	5.1、5.2	6.3
4	撕裂度	●	●	5.1、5.2	6.4

5	吸水性	●	●	5.1、5.2	6.6
6	表面强度	●	●	5.1、5.2	6.7
7	热收缩率	—	●	5.1、5.2	6.8
8	卷筒宽度偏差	●	●	5.3	6.10
9	外观质量	●	●	5.4	6.11
10	接头数量	●	●	5.5	6.11
注：“●”表示包含该检验项目，“—”表示不包含该检验项目。					

7.5 检验批的规定

以相同原料、相同工艺、相同规格的同类产品一次交货数量为一批，每批不超过 10 t。

7.6 抽样方法

7.6.1 所有性能项目在同一批次相同规格的蜂窝芯材用芳纶纸卷中随机抽取一卷进行检验。

7.6.2 取样时将纸卷最外周的1.5 m切除后，切取整幅宽纸样，试样从离边缘不小于10 mm部分切取，试样的裁切与蜂窝芯材用芳纶纸卷的纵向和横向一致。

7.7 判定规则

7.7.1 出厂检验

当检验产品符合表 2 中出厂检验全部技术要求时，则判为批合格；当这些检验项目中任一项出现不合格时，应取备样复检，如复检后仍未达到本标准的要求时，则判定为批不合格。

7.7.2 型式检验

当检验产品符合表 2 中型式检验全部技术要求时，则判为批合格；当这些检验项目中任一项出现不合格时，应取备样复检，如复检后仍未达到本标准的要求时，则判定为批不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志和包装

8.1.1 每件产品外包装应有产品名称、型号规格、批号、净重、长度、宽度、生产日期及“避免雨淋”等标志。

8.1.2 蜂窝芯材用芳纶纸的包装为三层，内层包装采用塑料膜单卷包装，以确保最终产品在转移、运输和储存过程中不会被污染；中间层采用瓦楞纸包装；外层采用塑料袋包装，并在卷芯两端加塞塑料堵头，以避免产品受潮或吸湿，最后再放置于瓦楞纸箱中。

8.1.3 纸箱放置于货运托盘上固定，包装时要考虑在运输途中产品不致损伤或变形。

8.2 运输和贮存

8.2.1 在搬运过程中，应注意轻放，不允许抛扔，避免碰撞，应使用具有防护措施的干净运输工具，不允许和有污染性的物质共同运输。运输时应防止机械损伤及日晒雨淋。

8.2.2 蜂窝芯材用芳纶纸应放在相对湿度不高于 75%的环境中，避光保存；严禁露天堆放，受潮和日晒。

8.2.3 存放的蜂窝芯材用芳纶纸要放在货运托盘上，托盘的高度应离地 80 mm 以上，以免受地面潮气影响，避免直接堆放在地上。

8.2.4 贮存寿命为自生产日期起 2 年。超过 2 年，应重新取样进行鉴定检验，合格后仍可使用，使用期不超过 1 年。

附录 A
(规范性)
热收缩率的测定

A.1 试样

分别切取 6 个边长不小于 250 mm×250 mm 的正方形试样，其中两条边应平行于纵向，另两条边应平行于横向，并做好方向标记。

A.2 试验设备和器具

量具：可测量 250 mm 长，分度值为±0.2 mm，或其他符合要求的光学仪器。

烘箱：温度范围为室温至 300℃ 的循环鼓风烘箱，控温精度±2℃。

A.3 试验步骤

首先应在 GB/T 10739 条件下处理至少 16 h。然后沿试样中心线用标记笔标记出间距为 200 mm 的测量点后分别测量每个试样的尺寸。将 3 个试样沿纵向，另外 3 个试样沿横向悬挂于烘箱内，烘箱温度为 300℃。为防止试验期间试样发生卷曲变形，可于试验前在试样上悬挂轻质砝码。处理时间为(40±1) min，到时取出试样，放置于干燥器中，冷却至室温 4 h 后再次测量每个试样的长度。如试样不平整时，可压在玻璃板下测量。

A.4 计算

热收缩率按式(1)计算：

$$\delta = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

δ ——热收缩率；

L_1 ——未经热处理试样标记线长度，单位为毫米 (mm)；

L_2 ——经热处理后试样标记线长度，单位为毫米 (mm)。

A.5 试验结果

分别以 3 个试样测得的纵向和横向收缩率的中值作为试验结果，并报告其他 2 个数值，结果保留一位小数。

《蜂窝芯材用芳纶纸》团体标准编制说明

（征求意见稿）

（一）工作简况

1 任务来源

芳纶纸是以芳纶短纤维为主要原料，斜网抄造湿法成型，再经热压成型制得；芳纶纸根据原料不同，分为间位芳纶纸、对位芳纶纸和混合芳纶纸，对位芳纶纸作为蜂窝骨架材料与间位芳纶纸相比具有更优异的力学性能、耐热性及阻燃性。上世纪八十年代欧美等发达国家围绕着芳纶纤维开发了一系列军事工业急需的高性能新纸种，且在其后不断提高性能指标，扩大产品应用领域，并且在民用工业中也有了非常广泛的用途；同时在国内芳纶纤维材料制品被列入国家重点新材料首批次应用示范指导目录（2018版）。

芳纶纸用途广泛，主要用于蜂窝芯材制作，芳纶纸蜂窝芯材具有质量轻、耐冲击、强度高、耐老化等特点，主要用于飞机、导弹、卫星宽频透波材料、雷达天线罩、敌我识别器透波窗口、大刚性次受力结构部件（机翼、整流罩、机舱内衬板、飞机的门、地板、货舱和隔墙）等。

芳纶纸是一种高性能纤维材料，市场前景广阔，产品附加值高，投资回报率高，原材料供应充足，符合国家新材料产业发展的政策，同时也是国防军工急需的关键材料，受到国家的高度重视。国内蜂窝芯材用芳纶纸产能不断增加，但尚无该类产品的国家标准和行业标准，各生产企业及下游客户对产品的指标及检测方法存在很多异议，最终给客户以及生产企业带来了很大困扰。为适应市场需求，规范各生产企业参差不齐的产品指标，以及规范产品指标的检测方法，为下游客户提供更优质的产品，提高我国产品在国际上的地位，急需制定该产品的团体标准。

2023年6月，中国造纸学会批准下达了该团体标准计划项目，计划项目编号：202303。

2 协作单位

该标准由中国制浆造纸研究院有限公司、芳纶纸生产企业和研究机构共同起草。

3 主要工作过程

起草阶段：本标准修订计划下达后，牵头单位立即广泛征集起草单位，成立标准起草小组，并征集样品。2023年11月，召开第一次起草小组研讨会，对标准制定方案，标准名称和范围进行讨论，确认标准名称修改为《蜂窝芯材用芳纶纸》，会上对标准的指标和试验方法也进行了研讨。会后，起草小组形成标准草案稿。

经过征集样品，试验验证和比对，2024年6月3日起草小组召开了第二次工作组研讨会。

2024年9月，经起草小组讨论，修改和确认，形成标准征求意见稿，面向社会广泛征求意见。

(二) 团体标准编制原则和确定标准主要内容

1 标准编制原则

本标准按照 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。本标准的修订是在相关技术资料、试验数据支撑的基础上，结合当前生产及市场需求，充分考虑产品的特点和应用性能要求编制而成。符合产业发展的原则，同时标准制定过程中本着先进性、科学性、合理性和可操作性的原则。

2 主要内容的论据

2.1 主要内容

根据蜂窝芯材用芳纶纸的产品特点、使用条件与用户需求，本标准规定了蜂窝芯材用芳纶纸的定量偏差、抗张强度、断裂时伸长率、弹性模量、撕裂度、透气度、吸水性、热收缩率、表面强度、垂直燃烧等级等指标，对外观质量的定性要求进行描述，对卷筒纸宽度偏差，接头也进行了规定，确保产品质量满足用户需求。

弹性模量、透气度和垂直燃烧等级为参考指标，不作为合格与否的判定依据。

2.2 产品分类和产品规格

蜂窝芯材用芳纶纸按原料不同分为蜂窝芯材用间位芳纶纸、蜂窝芯材用对位芳纶纸和蜂窝芯材用混合芳纶纸。

蜂窝芯材用芳纶纸按使用对象不同分为航空级蜂窝芯材用芳纶纸和工业级蜂窝芯材用芳纶纸。

蜂窝芯材用芳纶纸按标称厚度不同分为：25 μm、40 μm、50 μm、80 μm、100 μm、130 μm 等规格。

2.3 技术要求

2.3.1 定量偏差

纸和纸板的定量是指单位面积的质量，以克每平方米表示（g/m²），定量是纸或纸板基础的物理指标，纸张产品定量的均匀性非常重要，芳纶纸以厚度分为不同的规格，并且，在相关的芳纶蜂窝芯材产品标准中，紧度是重点关注的一项要求，在定量与厚度一定的情况下，纸和纸板的紧度也随之确定。作为蜂窝芯材的原材料，其紧度的大小对蜂窝芯材的密度也会产生影响。因此，本标准中对芳纶纸的定量偏差进行规定。

2.3.2 抗张强度、断裂时伸长率和弹性模量

抗张强度是指在规定的试验条件下，单位宽度的试样断裂前所能承受的最大张力，反映纸张的强度大小。断裂时伸长率是指在规定的试验条件下，试样断裂瞬间的伸长量与初始实验长度的比值，反映纸张的应变能力，断裂时伸长率越大，说明纸张弹性较好，在后续加工过程中不易破损。弹性模量是指抗张力-伸长量曲线的最大斜率乘以初始试验长度再除以试样的宽度和厚度的乘积，反映纸张的刚度大小。这三项指标均为纸张产品重要的力学性能，芳纶纸由于纤维特性，其自身强度较高。由于蜂窝芯材主要用于飞机等的大刚性次受力结构，主要用于不减少强度的前提下达到轻量化的效果。因此，需要对芳纶纸的力学指标进行规定。

2.3.3 撕裂度

撕裂度是指将预先切口的纸（或）纸板，撕至一定长度所需力的平均值，结果以 mN 表示，是评价纸张抗剪切能力的指标，同时也是重要的力学性能指标，纸张撕裂度较低，可能会影响后加工程序的连续性，影响生产，因此需要对芳纶纸的撕裂度进行限制。

2.3.4 透气度和吸水性

透气度为规定的条件，在单位时间和单位压差下，通过单位面积纸或纸板的平均空气流量，以微米每帕斯卡秒表示[$1 \mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})=1 \text{ mL}/(\text{m}^2\cdot\text{Pa}\cdot\text{s})$]。吸水性是在规定的时间内，单位面积纸和纸板表面所吸收水的质量。芳纶纸在生产过程中一般需经过热压，因此透气度较小。在后续加工为蜂窝芯材的过程中，需要进行涂胶。芳纶纸的透气度和吸水性会影响涂胶速度、胶液黏度的选择，进而影响涂胶工艺，因此，需要对芳纶纸的透气度和吸水性进行规定。

2.3.5 表面强度

对于纸和纸板，需要具有一定的表面强度，以满足后续加工的要求。如果表面强度过低，造成掉毛、掉粉、起毛、分层等现象，会降低生产效率，同时脱落的纤维容易进入产线形成杂质，进一步影响生产。因此，需要对芳纶纸的表面强度进行规定。

表面强度（蜡棒法）是将蜡棒加热后与试样试验面相接触，冷却后垂直拔起，依靠粘附力作用使试样表面发生破坏（如：起毛、掉毛、掉粉、破裂等），以临界蜡棒强度级号（蜡棒的粘附力没有对纸面产生破坏的最大顺序级号）表示结果，数值越大说明纸张的表面强度越高。一般芳纶纸的表面强度较高，可以达到 16~18 A，对位芳纶纸由于目前工艺条件限制，表面强度可达到 14 A 及以上。

2.3.6 热收缩率

芳纶纸具有良好的耐高温特性，可以在一定的高温环境下维持原有特性。热收缩率是将一定尺寸的样品置于一定温度下进行处理，观察其形变大小，热收缩率越小，说明样品在高温下产生的形变越小，制成的蜂窝芯材在使用过程中更稳定。本标准中设置温度为 300℃，处理时间为 40 min，纵横向分别测定。

2.3.7 垂直燃烧等级

芳纶纸蜂窝芯材目前主要用于飞机、轮船、汽车等的高刚性次受力结构部件，如襟翼、副翼、机身壁板等部件；或是用作飞机机身内部装饰部件，因此，需要具备良好的阻燃性能。如果阻燃性较低，很可能会导致火势无法控制，对人民生命财产安全造成威胁。芳纶纸本身具备较好的阻燃性能。

美国保险商试验所（Underwriter Laboratories Inc.，简称 UL）是世界上从事安全试验和认证的机构。UL Standard for Safety for Tests for Flammability of

Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances, UL 94 (UL 94 安全标准设备和器具中的塑料材料的可燃性测试) 主要用于评价塑料在燃烧过程中的燃烧性能, 也用来评价材料在被点燃后火焰熄灭的能力, 广泛应用于电子、电器、航空航天等领域, 以确保材料的阻燃性能符合相关安全要求, 是应用最广泛的塑料材料阻燃性能评价标准。

芳纶纸的阻燃性能主要依据 UL 94 进行检测和认证, 由于目前蜂窝芯材用芳纶纸的厚度一般在 25 μm ~130 μm , 因此主要涉及第 11 章中对于薄型材料垂直燃烧试验 (具体的试验方法为 ASTM D 4804 或 ISO 9773), 国家标准 GB/T 40302—2021 塑料 立式软薄试样与小火焰源接触的燃烧性能测定等同采用 ISO 9773: 1998 Plastics-Determination of burning behaviour of thin flexible vertical specimens in contact with a small-flame ignition source, 目前现行有效的国际标准为 ISO 9773:1998, 并于 2003 年发布了标准的修改单。修改单主要将对试样厚度进行了修改, 从“厚度不超过 0.1 mm”修改为“厚度不超过 0.25 mm”, 通过比对 ASTM D 4804 的技术内容与 ISO 9773 一致。因此, 本标准中垂直燃烧等级按 GB/T 40302 进行测定及评价, 进行燃烧性能测定时, 厚度不超过 0.25 mm。

2.3.8 参考指标

抗张强度、伸长率和弹性模量从不同方向反映芳纶纸的力学性能, 透气度和吸水性可以用来预测后续浸胶等的加工性能, 垂直燃烧等级一般用于考核材料的阻燃性能。由于蜂窝芯材的性能不仅与芳纶纸自身特性有关, 很大程度上还会受到后续加工工艺影响。因此, 在标准研制过程中, 经起草小组讨论, 认为弹性模量、透气度和垂直燃烧等级三项指标可以作为参考指标, 不作为合格与否的判定依据。

2.3.9 尺寸偏差、外观质量和接头数量

蜂窝芯材用芳纶纸卷筒宽度偏差不应超过 ± 2 mm。

蜂窝芯材用芳纶纸纸面应平整、洁净, 纤维组织应均匀, 不应有孔洞、裂口、残缺、油渍、污渍、外来夹杂物、浆块等影响使用的缺陷。

蜂窝芯材用芳纶纸接头数量: 卷筒直径在 400 mm 以下的不应超过 1 个, 卷筒直径在 400 mm (含) 以上的不应超过 2 个。接头宽度不应大于 20 mm, 接头应牢固, 接头处上下层不应粘连, 同时应有明显标识。

(三) 主要试验（或验证）情况的分析

本标准在制定过程中对征集的样品进行了试验验证。表格中所涉及单项判定的内容，分别为“合格”、“不合格”与“----”（“----”表示不判定）。

芳纶纸产品的规格行业习惯以其厚度 mil 进行区分，mil 中文称之为密尔，也称毫英寸，1 英寸（in）=1000 密尔（mil），1 英寸（in）=2.54 厘米（cm）=25.4 毫米（mm），1 mil=25.4 μm。本标准以厚度区分产品规格，单位为微米（μm），部分样品以 mil 表示其产品规格，起草小组对其厚度进行换算，记录其验证结果，作为参考，未作判定。

1 定量偏差

定量偏差的验证结果见表 4，其中定量偏差=[(实测值－标称值)/标称值]×100%。

表 4

序号	样品编号	类型	规格 μm	定量标称值 g/m ²	定量实测值 g/m ²	定量偏差 %	单项判定
1	6	间位航空级	25	20	20.3	1.5	合格
2	7	间位航空级	40	30	28.4	-5.3	合格
3	8	间位航空级	50	43	43.6	1.4	合格
4	9	间位航空级	80	66	66.7	1.1	合格
5	10	间位商用级	40	31	29.0	-6.5	合格
6	11	间位商用级	50	43	41.9	-2.6	合格
7	12	间位商用级	80	66	66.3	0.5	合格
8	13	混合航空级	25	21	19.2	-8.6	合格
9	14	混合航空级	40	29	28.7	-1.0	合格
10	18	混合航空级	—	38-48	43.2	0.5	合格
11	15	混合航空级	50	41	42.7	4.1	合格
12	16	混合航空级	80	66	66.2	0.3	合格
13	17	混合航空级	100	88	85.4	-3.0	合格

由表 4 可以看出，标称定量的样品偏差较小，最大值为 4.1%，最小值为 -8.6%。标称定量的样品，其定量偏差均合格。

2 抗张强度、断裂时伸长率和弹性模量

抗张强度、断裂时伸长率和弹性模量的验证结果见表 5，纵横向分别试验和判定。

表 5

序号	样品编号	类型	规格 μm	厚度标称值 μm	抗张强度 kN/m	单项判定	断裂时伸长率 %	单项判定	弹性模量 GPa	单项判定
----	------	----	-------	----------	-----------	------	----------	------	----------	------

1	6	间位航空级	25	26.1	1.10 0.520	合格 合格	2.0 3.1	合格 合格	2.89 1.37	合格 合格
2	7	间位航空级	40	42.3	2.20 —	合格 —	3.4 —	合格 —	3.16 —	合格 —
3	8	间位航空级	50	55.7	4.05 1.61	合格 合格	7.6 7.2	合格 合格	3.08 1.50	合格 合格
4	9	间位航空级	80	81.5	7.09 —	合格 —	6.9 —	合格 —	3.79 —	合格 —
5	10	间位商用级	40	40.7	2.62 1.41	合格 合格	6.4 8.6	合格 合格	3.71 2.21	合格 合格
6	11	间位商用级	50	56.2	4.54 —	合格 —	6.4 —	合格 —	3.87 —	合格 —
7	12	间位商用级	80	80.5	5.63 2.93	合格 合格	5.7 6.6	合格 合格	3.19 1.85	合格 合格
8	13	混合航空级	25	25.4	1.70 —	合格 —	1.0 —	合格 —	9.81 —	合格 —
9	14	混合航空级	40	39.6	3.05 —	合格 —	0.9 —	合格 —	9.72 —	合格 —
10	15	混合航空级	50	51.8	4.48 —	合格 —	1.4 —	合格 —	10.4 —	合格 —
11	16	混合航空级	80	80.7	8.22 —	合格 —	1.4 —	合格 —	11.2 —	合格 —
12	17	混合航空级	100	98.9	10.7 6.21	合格 合格	1.7 3.5	合格 合格	9.82 4.21	合格 合格
13	23	间位	40	40	2.34 1.13	航空级 航空级	5.2 4.9	航空级 航空级	2.74 1.39	航空级 航空级
14	25	间位	80	80	6.64 2.56	航空级 航空级	8.6 9.8	航空级 航空级	3.68 1.58	航空级 不合格

由表 5 可以看出，所有标称厚度的样品中，抗张强度、断裂时伸长率均合格，25#样品的横向弹性模量为 1.58 GPa，不满足标准要求（航空级 ≥ 2.00 GPa，工业级 ≥ 1.60 GPa）。

3 撕裂度

撕裂度验证结果见表 6。

表 6

序号	样品编号	类型	规格 μm	厚度 标称值 μm	纵向 撕裂度 mN	单项 判定	横向 撕裂度 mN	单项 判定
1	6	间位航空级	25	26.1	367	合格	527	合格
2	7	间位航空级	40	42.3	633	合格	985	合格
3	8	间位航空级	50	55.7	892	合格	1520	合格
4	9	间位航空级	80	81.5	1434	合格	2240	合格
5	10	间位商用级	40	40.7	544	合格	687	合格
6	11	间位商用级	50	56.2	809	合格	1356	合格
7	12	间位商用级	80	80.5	1410	合格	2550	合格
8	13	混合航空级	25	25.4	488	合格	714	合格
9	14	混合航空级	40	39.6	877	合格	1062	合格
10	15	混合航空级	50	51.8	1195	合格	2177	合格
11	16	混合航空级	80	80.7	2153	合格	4230	合格
12	17	混合航空级	100	98.9	3320	合格	7530	合格

由表 6 可以看出，所有标称厚度的样品中，撕裂度均合格。

4 透气度、吸水性和表面强度

透气度、吸水性和表面强度验证结果见表 7。

表 7

序号	样品编号	类型	规格 μm	厚度 标称值 μm	透气度 μm/ (pa·s)	单项 判定	吸水性 g/m ²	单项 判定	表面 强度 A	单项 判定
1	6	间位航空级	25	26.1	3.8 3.4	合格 合格	3.5 3.2	合格	20 20	合格
2	8	间位航空级	50	55.7	0.056 0.056	合格 合格	9.5 9.9	合格	20 20	合格
3	10	间位商用级	40	40.7	0.034 0.037	合格 合格	1.4 1.5	合格	20 20	合格
4	12	间位商用级	80	80.5	0.020 0.022	合格 合格	12.8 13.0	合格	20 18	合格
5	17	混合航空级	100	98.9	0.16 0.16	合格 合格	33.0 33.4	合格	20 20	合格
6	18	混合航空级	—	—	1.8 2.1	---- ----	23.3 25.7		<6 <6	不合格

由表 7 可以看出，所有标称厚度的样品中，透气度和吸水性均合格。一般情况下，芳纶纸的表面强度较高，三种产品中，表面强度一般为间位芳纶纸 > 混合芳纶纸 ≥ 对位芳纶纸，因此，标准中规定为间位芳纶纸表面强度 ≥ 18 A，对位芳纶纸和混合芳纶纸表面强度 ≥ 14 A。表面强度指标有一个样品出现不合格。

5 热收缩率和垂直燃烧等级

热收缩率和垂直燃烧等级验证结果见表 8。

表 8

序号	样品编号	类型	规格 μm	厚度 标称值 μm	热收缩率 %	单项 判定	垂直 燃烧等级	单项 判定
1	6	间位航空级	25	26.1	11.3 9.1	不合格(10) 合格	符合(厚度 0.03mm)	合格
2	12	间位商用级	80	80.5	7.1 3.2	合格 合格	符合(厚度 0.09mm)	合格
3	17	混合航空级	100	98.9	0.0 0.1	合格 合格	老化前余焰蔓延至夹具不符合,老化后余焰时间 t ₁ 和余焰蔓延至夹具不符合,其余符合(厚度 0.11mm)	不合格
4	24	间位	50	50	5.7 4.9	航空级 航空级	符合(厚度 0.07mm)	合格
5	1	间位航空级	1.5 mil	38.1	3.1 1.6	---- ----	符合(厚度 0.05mm)	合格
6	5	混合航空级	1.8 mil	45.7	0.2 0.0	---- ----	余焰蔓延至夹具不符合,其他符合(厚度 0.07mm)	不合格
7	3	间位航空级	3 mil	76.2	5.3 3.1	---- ----	符合(厚度 0.09mm)	合格

由表 8 可以看出，通过对样品的热收缩率进行测定，标准中对于纵横向热收缩率均进行要求，可根据试验结果和样品信息进行单项判定，6#样品的纵向热收缩率不合格。对样品的垂直燃烧等级进行验证，需分别对样品老化前后的垂直燃烧等级进行测定和评价，老化条件为 70℃，168 h。其中，2 个样品的垂直燃烧等级不合格。

（四）标准中如果涉及专利，应有明确的知识产权说明

本标准不涉及专利。

（五）产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

芳纶纤维是美国杜邦公司率先研发出的一种合成纤维，以芳纶纤维和芳纶浆粕为原料，斜网抄造湿法成型，经过热压（可选），得到芳纶纸。芳纶纸是一种性能优异、高附加值和轻质的特种纸，应用广泛，受到了国家的高度重视。多年来，芳纶纤维和芳纶纸一直被国外垄断，但是在各方的不断努力下，我国自主研发出的芳纶纸产品越来越多，产能也在不断增加。

目前国内暂无蜂窝芯材用芳纶纸的国家标准和行业标准，各生产企业及下游客户对产品的指标及检测方法存在异议。本标准结合市场上各类产品的性能和使用需求，规范产品的指标和检测方法，促进行业发展，助力我国芳纶纸品质提升。

（六）采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

本标准没有采用国际标准。

本标准水平为国内领先水平。

（七）与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

（八）重大分歧意见的处理经过和依据

该标准制定过程中未出现重大分歧意见。

（九）标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性标准。

（十）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）

目前国内没有相关国家标准和行业标准，为确保蜂窝芯材用芳纶纸产品的质量有据可依，规范蜂窝芯材用芳纶纸产品的生产、检验和销售，建议本标准尽快发布和实施。

（十一）废止现行有关标准的建议

该标准首次制定，没有需要废止的相关标准。

（十二）其他应予说明的事项

无

标准起草小组

2024年9月

附件 2

征求意见反馈表

标准名称	《蜂窝芯材用芳纶纸》		
意见和建议			
单位名称		单位盖章	
联系电话		填写日期	