ICS 29.035.10
CCS K 15

TB

中 华 人 民 共 和 国 铁 路 行 业 标 准

TB/T XXXX.1—202X

机车车辆 间位芳纶 第1部分：绝缘纸

Railway rolling stock—Meta-aramid—Part 1: Insulation papers

（征求意见稿）

（本稿完成时间：2026年10月）

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。

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

国家铁路局　发布

目　　次

前言 II
引言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　分类 2
5　技术要求 2
6　试验方法 5
7　检验规则 7
8　标志、包装、运输和储存 9

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。

本文件是TB/T XXXX《机车车辆　间位芳纶》的第1部分。TB/T XXXX已经发布了以下部分：

——第1部分：绝缘纸；

——第2部分：绝缘纸板。

本文件由铁路行业电气设备与系统标准化技术委员会机车车辆电气分技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：株洲时代新材料科技股份有限公司、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、中车大同电力机车有限公司、华南理工大学。

本文件主要起草人：杨军、丁娉、王进、李强军、王有川、朱菲菲、刘冠芳、宋欢、杨清、李宗平、胡健。

引　言

间位芳纶材料是机车车辆电气设备常用的一种绝缘材料，主要用于牵引电机和变压器中的匝间绝缘、层间绝缘、槽间绝缘等，包括绝缘纸、绝缘纸板等。间位芳纶绝缘纸是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热压制成，其厚度一般小于1 mm。间位芳纶绝缘纸板是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，其厚度一般不低于1 mm。

各种类型的机车车辆用间位芳纶绝缘材料产品因其制备工艺、规格及用途不同，产品外观、性能上存在较大差异。TB/T XXXX《机车车辆　间位芳纶》旨在规定机车车辆用间位芳纶绝缘产品的外观、性能及试验要求，给出产品的分类信息，为其设计、制造和检验提供依据。TB/T XXXX拟由两个部分构成。

——第 1 部分：绝缘纸。目的在于规定机车车辆用间位芳纶绝缘纸的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存。

——第 2 部分：绝缘纸板。目的在于规定机车车辆用间位芳纶绝缘纸板的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存。

机车车辆　间位芳纶　第1部分：绝缘纸

1　范围

本文件规定了机车车辆用间位芳纶绝缘纸的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存。

本文件适用于机车车辆用间位芳纶绝缘纸的设计、制造和检验，其他领域电气用间位芳纶绝缘纸可参照执行。

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 451.2　纸和纸板　第2部分：定量的测定

GB/T 451.3　纸和纸板　第3部分：厚度的测定

GB/T 455　纸和纸板　撕裂度的测定

GB/T 1408.1　绝缘材料　电气强度试验方法　第1部分：工频下试验

GB/T 1409—2006　测量电气绝缘材料在工频、音频、高频（包括米波波长在内）下电容率和介质损耗因数的推荐方法

GB/T 5591.2—2017　电气绝缘用柔软复合材料　第2部分：试验方法

GB/T 11026.4　电气绝缘材料　耐热性　第4部分：老化烘箱　单室烘箱

GB/T 11026.5　电气绝缘材料　耐热性　第5部分：老化烘箱　温度达300 ℃的精密烘箱

GB/T 12914　纸和纸板　抗张强度的测定　恒速拉伸法（20 mm/min）

GB/T 20629.2—2013　电气用非纤维素纸　第2部分：试验方法

GB/T 31838.2　固体绝缘材料　介电和电阻特性　第2部分：电阻特性（DC方法）　体积电阻和体积电阻率

JB/T 14694　电气绝缘用合成有机酯与结构材料的相容性试验方法

TB/T 3139—2021　机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量

TB/T 3623.2—2026　机车车辆防火　第2部分：材料与部件防火性能要求

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

间位芳纶　meta-aramid fiber

聚间苯二甲酰间苯二胺　poly-m-phenylene isophthalamide

由酰胺基团和间位苯环交替连接所构成的线性高分子。

3.2

绝缘纸　insulation papers

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热压制成且不含胶粘剂和除间位芳纶以外的其他任何纤维的无纺纸。

3.3

相对电容率　relative permittivity

ε_r

电容器的电极之间及电极周围的空间全部充以绝缘材料时，其电容C_x与同样电极构形的真空电容C_0之比。

注：相对电容率由公式(1)计算。

$$\varepsilon_r = C_X/C_0 \quad (1)$$

式中：

C_X——充有绝缘材料时电容器的电极电容，单位为法（F）；

C_0——真空中电容器的电极电容，单位为法（F）。

［来源：GB/T 1409—2006，3.1，有修改］

4 分类

绝缘纸按产品形态主要分为以下两种类型：

——Ⅰ型：可单独作为绝缘材料；

——Ⅱ型：与聚酯膜、聚酰亚胺膜等复合而成柔软复合材料。

5 技术要求

5.1 外观

绝缘纸应色泽均匀，表面应光洁平整，不应有外来杂质、油污或其他污染，不应有破损、分层和撕裂等现象。

5.2 性能

5.2.1 Ⅰ型绝缘纸性能应符合表1的规定。

表1　Ⅰ型绝缘纸性能要求

序号	项目		不同标称厚度绝缘纸的性能指标								
			50 μm	80 μm	130 μm	180 μm	250 μm	300 μm	380 μm	510 μm	760 μm
1	厚度偏差 %		-5～+25	±10							
2	定量 g/m^2		35～46	50～75	100～130	150～200	220～280	290～340	350～430	490～600	720～880
3	拉伸强度 kN/m	纵向	≥3.4	≥6.0	≥11.0	≥18.0	≥27.0	≥30.0	≥37.0	≥55.0	≥79.0
		横向	≥1.5	≥3.0	≥5.5	≥8.5	≥12.0	≥17.0	≥18.0	≥30.0	≥47.0
4	断裂伸长率 %	纵向	≥5.0	≥6.0	≥7.0	≥8.0	≥9.0	≥9.0	≥9.0	≥9.0	≥9.0
		横向	≥4.0	≥5.5	≥6.0	≥7.0	≥7.0	≥7.0	≥7.0	≥7.0	≥7.0
5	撕裂度 N	纵向	≥0.60	≥0.80	≥1.50	≥2.50	≥3.50	≥4.00	≥6.00	≥8.00	≥12.00
		横向	≥1.00	≥1.40	≥2.50	≥4.00	≥6.00	≥7.00	≥10.00	≥11.00	≥15.00
6	边缘撕裂度 N	纵向	≥48	≥90	≥150	≥220	≥300	≥340	≥420	≥520	≥620
		横向	≥24	≥30	≥60	≥70	≥100	≥120	≥140	≥200	≥220
7	电气强度（空气中） kV/mm		≥15	≥17	≥19	≥21	≥20	≥20	≥19	≥18	≥17
8	热收缩率（300 ℃，40 min） %	纵向	≤4.0	≤3.5	≤3.5	≤3.0	≤2.5	≤2.0		≤1.5	
		横向	≤3.0	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.0		≤1.5	
9	相对电容率(空气中，50 Hz)		1.2～1.9		1.4～2.8	1.5～3.0		1.6～3.2			
10	介质损耗因数(空气中，50 Hz)		≤0.01								
11	体积电阻率(空气中) Ω•m		$\geq 1.0\times10^{14}$								
12	对合成酯油的污染性能(130℃/168 h)：介质损耗因数增量(90 ℃，50 Hz，与空白油比较)		≤0.03								
13	耐铜蚀性能(300 ℃/100 h)		绝缘纸与铜片接触的部位不出现蚀穿、颜色变黑等现象	—							

表1 Ⅰ型绝缘纸性能要求（续）

序号	项目	不同标称厚度绝缘纸的性能指标								
		50 μm	80 μm	130 μm	180 μm	250 μm	300 μm	380 μm	510 μm	760 μm
14	耐铜催化氧化性能(280 ℃/800 h)	老化后，拉伸强度保持率不低于60%		—						
15	防火性能	满足TB/T 3623.2—2026中R23的HL2等级要求								
16	禁限用物质	满足TB/T 3139—2021中第5章的要求								
注：“—”表示不做要求。										

5.2.2 Ⅱ型绝缘纸性能应符合表2的规定。

表2 Ⅱ型绝缘纸性能要求

序号	项目		不同标称厚度的绝缘纸性能指标		
			38 μm	50 μm	80 μm
1	厚度偏差 %		±15		±10
2	定量 g/m^2		21～30	30～44	52～74
3	拉伸强度 kN/m	纵向	≥1.4	≥2.6	≥5.5
		横向	≥0.7	≥1.3	≥2.5
4	断裂伸长率 %	纵向	≥3.5	≥4.5	≥6.0
		横向	≥2.5	≥3.0	≥4.5
5	撕裂度 N	纵向	≥0.35	≥0.50	≥0.80
		横向	≥0.60	≥0.90	≥1.40
6	边缘撕裂度 N	纵向	≥21	≥34	≥37
		横向	≥8	≥14	≥14
7	电气强度(空气中) kV/mm		≥12	≥13	≥15
8	热收缩率(300℃，40min) %	纵向	≤4.5		
		横向	≤3.5		
9	相对电容率(空气中，50 Hz)		1.2～1.9		
10	介质损耗因数(空气中，50 Hz)		≤0.01		
11	体积电阻率(空气中) Ω•m		$\geq 1.0\times10^{14}$		
12	防火性能		满足 TB/T 3623.2—2026 中 R23 的 HL2 等级要求		
13	禁限用物质		满足 TB/T 3139—2021 中第5章的要求		

6 试验方法

6.1 外观检查

目视检查色泽、杂质、油污或其他污染及表面平整性。

6.2 厚度测量

按GB/T 451.3的规定进行测量。

6.3 定量测量

按GB/T 451.2的规定进行测量。

6.4 拉伸强度、断裂伸长率试验

按GB/T 12914的规定进行试验。

6.5 撕裂度试验

按GB/T 455的规定进行试验。

6.6 边缘撕裂度试验

按GB/T 5591.2—2017中第8章的规定进行试验。

6.7 电气强度试验

按GB/T 1408.1的规定进行试验。测试条件：温度为(23±2) ℃，相对湿度为(50±5)%。

6.8 热收缩率试验

按GB/T 20629.2—2013中第13章的规定进行试验，试验温度为300 ℃。

6.9 相对电容率、介质损耗因数试验

按GB/T 1409—2006的规定进行试验。测试条件：温度为(23±2) ℃，相对湿度为(50±5)%，测试电压100 V，样品为单层测试。

6.10 体积电阻率试验

按GB/T 31838.2的规定进行试验。测试条件：温度为(23±2) ℃，相对湿度为(50±5)%，测试电压100 V，样品为单层测试。

6.11 对合成酯油的污染性能试验

按JB/T 14694的规定进行试验。老化条件：温度为(130±2) ℃，时间168 h；测试条件：温度为(90±1) ℃，施加电压的频率为50 Hz。

6.12 耐铜蚀性能试验

6.12.1 试样准备

6.12.1.1 将绝缘纸裁成80 mm×40 mm的片材，试样数量为3片。

6.12.1.2 准备与试样尺寸相同的厚度80 μm的铜片、厚度18 μm的铝片和厚度25 μm的铝片，其中厚度18 μm的铝片按图1在中间位置剪出一个等腰三角形缺口。

6.12.1.3 按图2从下往上依次放置厚度25 μm的铝片、绝缘纸、带有缺口的厚度18 μm的铝片、铜片。

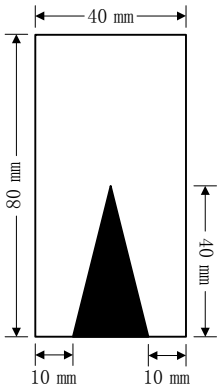
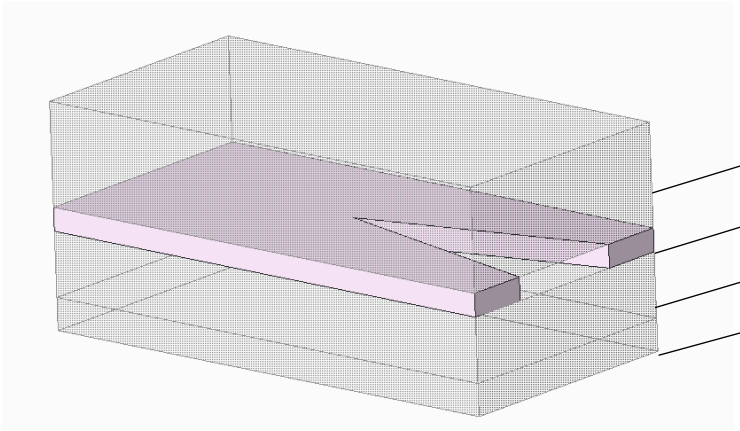


图1 带有缺口的铝片



标引序号说明：
1——厚度 25 μm 的铝片；
2——绝缘纸；
3——带有缺口的厚度 18 μm 的铝片；
4——铜片。

图2　耐铜蚀性能试验的试样叠放顺序

6.12.2　试验步骤

6.12.2.1　将试样放入老化箱中，在 300 ℃下处理 100 h。老化箱应满足 GB/T 11026.5 的要求。
6.12.2.2　老化试验结束后，从老化箱中取出试样，目视检查绝缘纸和铜片接触的三角形区域的颜色变化和是否出现蚀穿。
6.12.2.3　按照 6.12.2.1、6.12.2.2，进行 3 组平行试验，若有一组缺口区域出现蚀穿、颜色变黑则判定为不合格。

6.13　耐铜催化氧化性能试验

6.13.1　试样准备和数量

试样的制备和数量应符合GB/T 12914的规定，试样宽度为(15±0.1) mm，长度不小于20 cm，横向和纵向各取试样数量不少于20个。

6.13.2　试验步骤

6.13.2.1　按 GB/T 12914 的规定对老化前的试样进行拉伸强度测试，横向和纵向测试数量分别不少于 10 个。
6.13.2.2　将制备好的试样平铺在两个金属铜片之间，上下压紧，然后置于老化箱中，在 280 ℃下处理 800 h。老化箱应满足 GB/T 11026.4 的要求。
6.13.2.3　老化试验结束后，取出试样，按 GB/T 12914 的规定对老化后的试样进行拉伸强度测试。计算老化前后的拉伸强度保持率。

6.14　防火性能试验

按TB/T 3623.2—2026的规定进行试验。

6.15　禁限用物质试验

按TB/T 3139—2021中第5章的规定进行试验。

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

7.2.1 以一次交货量为一批，若超过 2 t，则以每 2 t 为一批。

7.2.2 每批在随机抽取的三卷中各取全幅宽长若干米组成样品，并在其中一个样品上截取试样进行出厂检验，另两个样品备用。

7.2.3 每批都应进行出厂检验，检验合格后方能出厂，若受检样品有任一项不合格，则应对另外两个备用样品进行检验，检验项目全部合格，则该批产品合格。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

a) 新产品投产时；
b) 原材料或工艺有较大变动，可能影响产品性能时；
c) 关键设备有变更或者大修时；
d) 出厂检验结果与前次型式检验结果有较大差异时；
e) 连续生产 12 个月时；
f) 转场生产或停产 6 个月及以上重新生产时。

7.4 检验项目

7.4.1 I 型绝缘纸检验项目应符合表 3 的规定。

表3 I 型绝缘纸检验项目

序号	检验项目	检验分类			技术要求对应的条款	试验方法对应的条款
		型式检验		出厂检验		
		50 μm～80 μm	130 μm～760 μm			
1	外观检查	√	√	√	5.1	6.1
2	厚度测量	√	√	√	5.2.1	6.2
3	定量测量	√	√	√	5.2.1	6.3
4	拉伸强度、断裂伸长率试验	√	√	√	5.2.1	6.4
5	撕裂度试验	√	√	√	5.2.1	6.5
6	边缘撕裂度试验	√	√	—	5.2.1	6.6
7	电气强度试验	√	√	√	5.2.1	6.7
8	热收缩率试验	√	√	√	5.2.1	6.8
9	相对电容率、介质损耗因数试验	√	√	—	5.2.1	6.9
10	体积电阻率试验	√	√	—	5.2.1	6.10
11	对合成酯油的污染性能试验 [a、b]	√	√	—	5.2.1	6.11
12	耐铜蚀性能试验 [b]	√	—	—	5.2.1	6.12
13	耐铜催化氧化性能试验 [b]	√	—	—	5.2.1	6.13
14	防火性能试验 [a、b]	√	√	—	5.2.1	6.14

表3 Ⅰ型绝缘纸检验项目（续）

序号	检验项目	检验分类			技术要求对应的条款	试验方法对应的条款
		型式检验		出厂检验		
		50 μm～80 μm	130 μm～760 μm			
15	禁限用物质试验 [a、b]	√	√	—	5.2.1	6.15
注：“√”表示必做的检验项目，“—”表示不做的检验项目。						
[a] 可只检验一种规格。 [b] 连续生产12个月时，可不进行型式检验。						

7.4.2 Ⅱ型绝缘纸检验项目应符合表 4 的规定。

表4 II 型绝缘纸检验项目

序号	检验项目	检验分类		技术要求对应的条款	试验方法对应的条款
		型式检验	出厂检验		
1	外观检查	√	√	5.1	6.1
2	厚度测量	√	√	5.2.2	6.2
3	定量测量	√	√	5.2.2	6.3
4	拉伸强度、断裂伸长率试验	√	√	5.2.2	6.4
5	撕裂度试验	√	√	5.2.2	6.5
6	边缘撕裂度试验	√	—	5.2.2	6.6
7	电气强度试验	√	√	5.2.2	6.7
8	热收缩率试验	√	√	5.2.2	6.8
9	相对电容率、介质损耗因数试验	√	—	5.2.2	6.9
10	体积电阻率试验	√	—	5.2.2	6.10
11	防火性能试验[a、b]	√	—	5.2.2	6.14
12	禁限用物质试验[a、b]	√	—	5.2.2	6.15
注：“√”表示必做的检验项目，“—”表示不做的检验项目。					
[a] 可只检验一种规格。 [b] 连续生产12个月时，可不进行型式检验。					

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

产品外包装上应清晰地标有下列信息：

a) 产品名称、型号规格；

b) 产品批号；
c) 质量、幅宽、长度；
d) 接头信息；
e) 生产日期；
f) 生产厂家；
g) 执行标准编号。

8.2 包装

8.2.1 内包装采用防潮、避光的塑料密封包装。
8.2.2 外包装采用纸箱包装，防止在运输、装卸及储存过程中的碰撞挤压。

8.3 运输

8.3.1 应使用能防雨、防暴晒和洁净的运输工具。
8.3.2 在搬运过程中，应注意轻放，避免碰撞和抛扔。
8.3.3 不应与有污染性的物质共同运输。
8.3.4 运输时应防止机械损伤。

8.4 储存

8.4.1 产品应妥善储存于干燥洁净的室内，不与地面直接接触，防止雨、雪、地面湿气及其他有害物质的影响，避免受潮及阳光直射。
8.4.2 储存期自生产日期起为 24 个月，超过期限后，应重新进行出厂检验，性能合格可继续使用。

铁路行业标准《机车车辆　间位芳纶　第1部分：绝缘纸》
（征求意见稿）
编 制 说 明

1　工作简况

1.1　编制依据

根据《国家铁路局关于印发2026年铁路技术标准编制计划的通知》（国铁科法函〔2026〕54号）26T019项目和《国家铁路局2026年铁路装备技术和运输服务标准、计量规程规范项目计划（承担单位）》（科法函〔2026〕139号）的要求，由铁路行业电气设备与系统标准化技术委员会机车车辆电气分技术委员会归口，并由株洲时代新材料科技股份有限公司、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、中车大同电力机车有限公司共同起草《机车车辆　间位芳纶　第1部分：绝缘纸》。

本部分为首次制定。

1.2　制修订本标准的必要性

间位芳纶材料即聚间苯二甲酰间苯二胺，具有优异的机械性能、耐高温性、绝缘性、阻燃性和耐腐蚀性，主要用于需要高温绝缘的部件，例如机车车辆变压器和电机的各级绝缘。按照间位芳纶材料的使用形式，可分为绝缘纸和绝缘纸板，其中间位芳纶绝缘纸主要用于机车车辆变压器、电机的匝间绝缘、层间绝缘等，其性能和质量直接关系到电机和变压器的可靠性和使用寿命，对机车车辆的安全稳定运行起着极其重要的作用。

早期间位芳纶绝缘纸全部依赖进口，近十年来国内产品逐步替代进口。目前与间位芳纶绝缘纸相关的国内外标准有《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》(GB/T 20629.3-2019, IEC 60819-3-3:2011,MOD)、《电气用非纤维素纸 第3部分：单项材料规范》(IEC 60819-3-3:2011)。但相较于通用工业电气领域，机车车辆电气设备具有频繁启停、负载波动大、移动或振动环境下使用、安装空间有限等特殊要求，GB/T 20629.3-2019中相关技术指标不能完全满足机车车辆电气设备的使用需求。结合机车车辆变压器、电机等电气设备的实际应用要求，制定机车车辆用间位芳纶绝缘纸行业标准，符合我国铁路行业应用现状和发展需求，对于填补铁路行业在机车车辆用绝缘纸技术方面的标准空白，提升我国电气绝缘材料及机车车辆变压器、电机等装备的制造技术水平具有重要的支撑和促进作用。

1.3　编制过程

在本部分的编制过程中，完成了大量的基础研究和编写工作。本部分编制过程概要如下：

（1）标准计划下达后，在标委会组织下，株洲时代新材料科技股份有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司等单位成立了标准起草组，对绝缘纸的防火、对合成酯油的污染、耐铜蚀、铜催化氧化等情况进行了调研，收集了相关技术资料，形成了本部分的草案。

（2）标准起草组对前期工作和标准草案深入讨论研究后，2026年10月形成了本部分的征求意见稿

（铁机辆电标函〔2026〕XX 号）。

（3）本部分起草单位和起草人承担的起草工作见表 1。

表 1 《机车车辆 间位芳纶 第 1 部分：绝缘纸》起草工作分工表

序号	起草单位	起草人姓名	承担的工作
1	株洲时代新材料科技股份有限公司	杨军、丁娉、王进、宋欢、杨清	杨军主持标准编制，负责第 1～3 章，5.1，5.2.1、5.2.2 中定量、厚度偏差，6.1～6.3 的编制及全面协调工作； 丁娉负责第 7 章的编制，参与第 5 章、第 6 章、第 8 章的编制； 王进负责 5.2.1 中耐铜蚀性能、耐铜催化氧化性能，6.12、6.13 的编制，参与第 7 章和第 8 章的编制； 宋欢负责 5.2.1、5.2.2 中相对电容率、介质损耗因数，6.9 的编制，参与第 7 章和第 8 章的编制； 杨清负责 5.2.1、5.2.2 中撕裂度、边缘撕裂度，6.5、6.6 的编制，参与第 7 章和第 8 章的编制
2	中车株洲电力机车研究所有限公司	李强军、王有川	李强军负责 5.2.1、5.2.2 中体积电阻率，6.10 的编制，参与第 7 章的编制； 王有川负责 5.2.1、5.2.2 中防火性能、禁限用物质性能，6.14、6.15 的编制，参与第 7 章和第 8 章的编制
3	中车株洲电机有限公司	朱菲菲	负责 5.2.1 中对合成酯油的污染性能、6.11 的编制，参与第 7 章和第 8 章的编制
4	中车永济电机有限公司	刘冠芳	负责 5.2.1、5.2.2 中电气强度、热收缩率，6.7、6.8 的编制，参与第 7 章和第 8 章的编制
5	中车大同电力机车有限公司	李宗平	负责第 8 章的编制，参与第 6 章和第 7 章的编制
6	华南理工大学	胡健	负责第 4 章，5.2.1、5.2.2 中拉伸强度、断裂伸长率，6.4 的编制，参与第 7 章、第 8 章的编制

2 编制原则

2.1 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1-2020 要求。

2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。

2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。

2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合铁路行业发展需求。

3 主要内容

3.1 本部分规定了机车车辆用间位芳纶绝缘纸的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存；适用于机车车辆用间位芳纶绝缘纸的设计、制造和检验，其他领域电气用间位芳纶绝缘纸可参照执行。

3.2 本部分的主要技术要求包括外观要求，厚度偏差、定量、拉伸强度、断裂伸长率、撕裂度、边缘撕裂度、电气强度、热收缩率、相对电容率、介质损耗因数、体积电阻率、对合成酯油的污染性能、耐铜蚀性能、耐铜催化氧化性能、防火性能、禁限用物质等性能要求。

3.3 本部分参考《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》（GB/T 20629.3-2019），结合机车车辆用间位芳纶绝缘纸的应用实际编制。

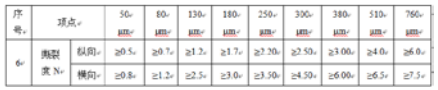
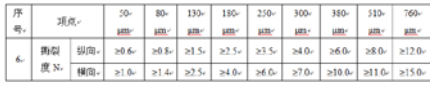
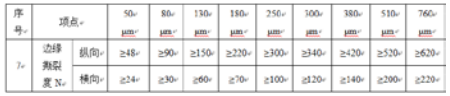
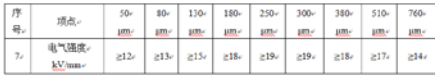
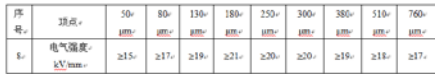
3.4 经起草组研究分析，没有与本部分相关联的国铁集团企业标准和标准性技术文件。

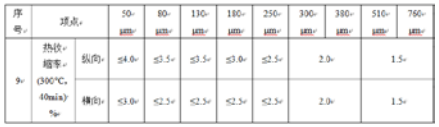
3.5 经起草组研究分析，与本部分主要技术内容有关联的现行国家标准、行业标准的关联关系及后续工作建议见表2。

表 2 《机车车辆　间位芳纶　第 1 部分：绝缘纸》相关标准评估表

序号	被评估标准编号及名称	关联条款	关联性分析	本部分条款的合理性分析	后续工作建议
1	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第 3 部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的第 1 章与本部分的第 1 章存在关联	GB/T 20629.3-2019 的第 1 章规定该标准适用于电气用无填充间位芳纶绝缘纸。 本部分的第 1 章规定该标准适用于机车车辆用间位芳纶绝缘纸。	本部分与 GB/T 20629.3-2019 的适用范围不同。	本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 无须更改
2	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第 3 部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 与本部分的第 3 章存在关联	本部分的第 3 章明确了间位芳纶、绝缘纸、相对电容率的定义。 GB/T 20629.3-2019 未规定相关术语和定义。	本部分规定了相关术语和定义，便于标准使用。	本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 无须更改
3	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第 3 部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的第 3 章与本部分的第 4 章存在关联	GB/T 20629.3-2019 的第 3 章针对电气用聚芳酰胺纤维纸进行分类，分为三种型号[1 型(1A、1B)、2 型、3 型]。 本部分的第 4 章针对机车车辆用间位芳纶绝缘纸，分为两种型号(Ⅰ型、Ⅱ型)。	机车车辆间位芳纶绝缘纸的使用需求主要集中在Ⅰ型和Ⅱ型，本部分规定的Ⅰ型无 A、B 之分，对应 GB/T 20629.3-2019 中的 1A 型。	本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改
4	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第 3 部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的表 1 与本部分的表 1 存在关联	GB/T 20629.3-2019 的表 1 规定 1A 型标称厚度(μm)：38、50、65、80、100、130、180、250、300、380、510、580、610、760。 本部分的表 1 规定Ⅰ型标称厚度(μm)：50、80、130、180、250、300、380、510、760。	GB/T 20629.3-2019 中 1A 型芳纶绝缘纸有 14 种规格，但 38、65、100、580μm 未列出技术要求；本部分仅列出目前铁路行业 9 种常用规格芳纶绝缘纸的技术要求。	本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改

<table>
<tr><td>5</td><td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表1与本部分的表1存在关联</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表1规定1A型厚度(%)：≤50μm：±15；＞50μm：±10。
本部分的表1规定Ⅰ型厚度偏差(%)：≤50μm：－5～＋25；＞50μm：±10。</td><td>目前市场上Ⅰ型50μm规格的芳纶纸实际厚度通常在60μm左右，最小厚度一般不会低于50μm。比如杜邦公司的 T410，该规格产品的实测厚度在61～63μm左右；时代华先的A766，该规格产品的实测厚度在60～62μm左右。因此建议在厚度偏差范围整体不变的情况下，根据市场产品实际情况提高厚度上偏差范围。</td><td>本部分与GB/T 20629.3-2019无冲突，GB/T 20629.3-2019条款无须更改</td></tr>
<tr><td>6</td><td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表1与本部分的表1存在关联</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表1规定1A型定量(g/m^2)：<table><tr><td>序号</td><td>项点</td><td>50 μm</td><td>80 μm</td><td>130 μm</td><td>180 μm</td><td>250 μm</td><td>300 μm</td><td>380 μm</td><td>510 μm</td><td>760 μm</td></tr><tr><td>2</td><td>定量 g/m^2</td><td>35～46</td><td>45～75</td><td>100～130</td><td>150～200</td><td>220～280</td><td>270～340</td><td>350～430</td><td>470～600</td><td>680～880</td></tr></table>本部分的表1规定Ⅰ型定量：<table><tr><td>序号</td><td>项点</td><td>50 μm</td><td>80 μm</td><td>130 μm</td><td>180 μm</td><td>250 μm</td><td>300 μm</td><td>380 μm</td><td>510 μm</td><td>760 μm</td></tr><tr><td>2</td><td>定量 g/m^2</td><td>35～46</td><td>50～75</td><td>100～130</td><td>150～200</td><td>220～280</td><td>290～340</td><td>350～430</td><td>490～600</td><td>720～880</td></tr></table></td><td>本部分结合铁路行业应用经验，提高了Ⅰ型80、300、510、760μm芳纶纸的定量下限，减少产品性能波动的可能性。</td><td>本部分与GB/T 20629.3-2019无冲突，GB/T 20629.3-2019条款无须更改</td></tr>
<tr><td>7</td><td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表1与本部分的表1存在关联</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表1规定1A型和2型表观密度。
本部分的表1未规定表观密度要求。</td><td>表观密度由样品的定量除以厚度计算得出，不是通过测量或者试验得出，建议删除。</td><td>建议 GB/T 20629.3-2019 的相关条款进行更改</td></tr>
<tr><td>8</td><td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表1与本部分的表1存在关联</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表1规定1A型拉伸强度：<table><tr><td>序号</td><td>项点</td><td></td><td>50 μm</td><td>80 μm</td><td>130 μm</td><td>180 μm</td><td>250 μm</td><td>300 μm</td><td>380 μm</td><td>510 μm</td><td>760 μm</td></tr><tr><td>4</td><td>拉伸强度 N/mm</td><td>纵向</td><td>≥2.8</td><td>≥4.7</td><td>≥9.5</td><td>≥16.0</td><td>≥18.0</td><td>≥23.5</td><td>≥28.5</td><td>≥40.0</td><td>≥54.0</td></tr><tr><td></td><td></td><td>横向</td><td>≥1.4</td><td>≥2.2</td><td>≥5.0</td><td>≥7.0</td><td>≥9.0</td><td>≥11.8</td><td>≥14.5</td><td>≥19.5</td><td>≥27.0</td></tr></table>本部分的表1规定Ⅰ型拉伸强度：<table><tr><td>序号</td><td>项点</td><td></td><td>50 μm</td><td>80 μm</td><td>130 μm</td><td>180 μm</td><td>250 μm</td><td>300 μm</td><td>380 μm</td><td>510 μm</td><td>760 μm</td></tr><tr><td>4</td><td>拉伸强度 kN/m</td><td>纵向</td><td>≥3.4</td><td>≥6.0</td><td>≥11.0</td><td>≥18.0</td><td>≥27.0</td><td>≥30.0</td><td>≥37.0</td><td>≥55.0</td><td>≥79.0</td></tr><tr><td></td><td></td><td>横向</td><td>≥1.5</td><td>≥3.0</td><td>≥5.5</td><td>≥8.5</td><td>≥12.0</td><td>≥17.0</td><td>≥18.0</td><td>≥30.0</td><td>≥47.0</td></tr></table></td><td>本部分结合铁路行业应用经验，提高了Ⅰ型芳纶纸不同厚度规格的拉伸强度，有助于提升电气设备的机械稳定性、抗振动性。</td><td>本部分与GB/T 20629.3-2019无冲突，GB/T 20629.3-2019条款无须更改</td></tr>
</table>

9	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的表1与本部分的表1存在关联	GB/T 20629.3-2019 的表1规定1A型50μm横向伸长率(%)：≥5.0 本部分的表1规定表1规定1A型50μm横向伸长率(%)：≥4.0	本部分基于该领域常用的T410、A766产品的实测数据以及应用情况，出于作为导线绕包材料高拉伸强度的考量，适当降低50μm规格芳纶纸的横向伸长率。	本部分与GB/T 20629.3-2019无冲突，GB/T 20629.3-2019条款无须更改
10	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的表1与本部分的表1存在关联	GB/T 20629.3-2019 的表1规定1A型撕裂度：  本部分的表1规定Ⅰ型撕裂度： 	由于在高速运行、频繁启停或振动环境中，绝缘纸易受绕组摩擦、绕组电磁力、装配应力或异物冲击，高撕裂度可防止绝缘纸因局部缺陷（如毛刺、划痕）扩展为贯穿性裂痕或抑制裂纹扩展，避免绝缘系统失效，提升电气设备的可靠性。本部分结合铁路行业应用经验，提高了Ⅰ型芳纶纸不同厚度规格的撕裂度。	本部分与GB/T 20629.3-2019无冲突，GB/T 20629.3-2019条款无须更改
11	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的表1与本部分的表1存在关联	GB/T 20629.3-2019 的表1未规定1A型绝缘纸的边缘撕裂度要求。 本部分的表1规定Ⅰ型边缘撕裂度： 	边缘撕裂度对产品加工过程中的稳定性有影响，铁路行业实际应用过程中对Ⅰ型边缘撕裂度有要求：在电磁线绕包、电机绕组绕制、嵌线等工序中，提高边缘撕裂度以降低材料因边缘撕裂造成的废品率，提高生产效率。	本部分与GB/T 20629.3-2019无冲突，GB/T 20629.3-2019条款无须更改
12	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的表1与本部分的表1存在关联	GB/T 20629.3-2019 的表1规定1A型电气强度：  本部分的表1规定Ⅰ型电气强度： 	本部分结合铁路行业应用经验，提高了Ⅰ型芳纶纸的电气强度，有利于提升电气设备绝缘系统的可靠性，降低因电气故障导致的停运风险，提高运营安全性和降低维护成本，同时也为铁路行业紧凑型电机和变压器的设计提供可能。	本部分与GB/T 20629.3-2019无冲突，GB/T 20629.3-2019条款无须更改

13	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第 3 部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的表 1 与本部分的表 1 存在关联	GB/T 20629.3-2019 的表 1 规定 1A 型热收缩率(%)：纵向≤5.0%；横向≤4.0%。 本部分的表 1 规定 I 型热收缩率(%)： 	本部分结合铁路行业应用经验，降低 I 型芳纶绝缘纸的热收缩率，可提高材料本身在高温高场强作用下的尺寸稳定性，稳定高温下的绝缘结构尺寸，提升电气设备的热-机械可靠性。	本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改
14	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第 3 部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的表 1 与本部分的表 1 存在关联	GB/T 20629.3-2019 的表 1 未对合成酯油的污染性能进行规定。 本部分的表 1 规定了对合成酯油的污染性能：介质损耗因数增量（90℃，50 Hz，与空白油比较）：≤0.03。	本部分结合铁路行业应用经验增加该项点，有利于掌握 I 型芳纶绝缘纸与牵引变压器常用绝缘油的相容性，延长合成酯油使用寿命，提升油酯绝缘系统的可靠性。	本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改
15	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第 3 部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的表 1 与本部分的表 1 存在关联	GB/T 20629.3-2019 的表 1 未规定耐铜蚀性能要求。 本部分的表 1 规定 I 型 50～80μm 耐铜蚀试验(300℃/100h)：芳纶纸与铜片接触的部位不应出现蚀穿、颜色变黑等现象。	I 型 50～80μm 芳纶绝缘纸常用作导线的绕包绝缘，本部分结合铁路行业应用经验增加该项点，有助于提升其抗铜蚀性能，提高绝缘系统的可靠性。	本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改
16	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第 3 部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的表 1 与本部分的表 1 存在关联	GB/T 20629.3-2019 的表 1 未规定耐铜催化氧化性能要求。 本部分的表 1 规定 I 型 50～80μm 耐铜催化氧化试验(280℃/800h)：老化后，拉伸强度保持率不低于 60%。	本部分结合铁路行业应用经验增加该项点，可以了解 I 型 50～80μm 芳纶绝缘纸用作铜线绕包后的老化性能，有助于减少热老化引发的故障和延长高温工况下绝缘材料的使用寿命。	本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改
17	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第 3 部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的表 1 与本部分的表 1、表 2 存在关联	GB/T 20629.3-2019 的表 1 未规定防火性能要求。 本部分的表 1、表 2 规定满足 TB/T 3623.2-2026 中 R23 的 HL2 等级要求。	本部分增加防火性能要求，可减少烟气毒害，降低火灾风险，保障铁路装备的安全运行。	本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改

<table>
<tr><td>18</td><td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表 1 与本部分的表 1、表 2 存在关联</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表 1 未规定禁限用物质要求。
本部分的表 1、表 2 规定满足 TB/T 3139-2021 第 5 章的要求。</td><td>本部分增加禁限用物质要求，可管控有害物质使用，规避材料带来的健康与环境风险，助推铁路行业绿色发展。</td><td>本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改</td></tr>
<tr><td>19</td><td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表 1 与本部分的表 2 存在关联</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表 1 规定 2 型规格：38、50、65、80、100、130μm。
本部分的表 2 规定 II 型规格：38、50、80μm。</td><td>本部分仅规定铁路行业常用的 II 型芳纶绝缘纸厚度规格。</td><td>本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改</td></tr>
<tr><td>20</td><td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表 1 与本部分的表 2 存在关联</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表 1 规定 2 型拉伸强度：
<table>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">项点</td><td>38
μm</td><td>50
μm</td><td>80
μm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">拉伸强度
kN/m</td><td>纵向</td><td>≥1.2</td><td>≥2.2</td><td>≥4.5</td></tr>
<tr><td>横向</td><td>≥0.5</td><td>≥0.8</td><td>≥1.8</td></tr>
</table>
本部分的表 2 规定 II 型拉伸强度：
<table>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">项点</td><td>38
μm</td><td>50
μm</td><td>80
μm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">拉伸强度
kN/m</td><td>纵向</td><td>≥1.4</td><td>≥2.6</td><td>≥5.5</td></tr>
<tr><td>横向</td><td>≥0.7</td><td>≥1.3</td><td>≥2.5</td></tr>
</table></td><td>本部分结合铁路行业应用经验，提高 II 型芳纶纸拉伸强度，在加工复合时不容易出现断纸，也可强化槽绝缘与绕组可靠性。</td><td>本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改</td></tr>
<tr><td>21</td><td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表 1 与本部分的表 2 存在关联</td><td>GB/T 20629.3-2019 的表 1 规定 2 型断裂伸长率：
<table>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">项点</td><td>50
μm</td><td>80
μm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">断裂伸率
%</td><td>纵向</td><td>≥3.5</td><td>≥4.5</td></tr>
<tr><td>横向</td><td>≥3.0</td><td>≥4.0</td></tr>
</table>
本部分的表 2 规定 II 型断裂伸长率：
<table>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">项点</td><td>50
μm</td><td>80
μm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">断裂伸率
%</td><td>纵向</td><td>≥4.5</td><td>≥6.0</td></tr>
<tr><td>横向</td><td>≥3.0</td><td>≥4.5</td></tr>
</table></td><td>本部分结合铁路行业应用经验，提高 II 型芳纶绝缘纸断裂伸长率，有助于材料在受到瞬时冲击时可通过塑性变形吸收更多能量，防止裂纹萌生，有助于提升电气设备振动工况下的可靠性。</td><td>本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改</td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>22</td>
<td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td>
<td>GB/T 20629.3-2019的表1与本部分的表2存在关联</td>
<td>GB/T 20629.3-2019的表1规定2型撕裂度：
<table>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">项点</td><td>38
μm</td><td>50
μm</td><td>80
μm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">撕裂度
N</td><td>纵向</td><td>≥0.30</td><td>≥0.40</td><td>≥0.70</td></tr>
<tr><td>横向</td><td>≥0.50</td><td>≥0.70</td><td>≥1.10</td></tr>
</table>
本部分的表2规定II型撕裂度：
<table>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">项点</td><td>38
μm</td><td>50
μm</td><td>80
μm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">撕裂度
N</td><td>纵向</td><td>≥0.35</td><td>≥0.50</td><td>≥0.80</td></tr>
<tr><td>横向</td><td>≥0.60</td><td>≥0.90</td><td>≥1.40</td></tr>
</table></td>
<td>本部分结合铁路行业应用经验，提升II型芳纶绝缘纸的撕裂度，降低材料在加工和使用过程中对切口缺陷的敏感性，优化复杂工况的适应性。</td>
<td>本部分与GB/T 20629.3-2019无冲突，GB/T 20629.3-2019条款无须更改</td>
</tr>
<tr>
<td>23</td>
<td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td>
<td>GB/T 20629.3-2019的表1与本部分的表2存在关联</td>
<td>GB/T 20629.3-2019的表1未规定边缘撕裂度要求。
本部分的表2规定II型边缘撕裂度：
<table>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">项点</td><td>38
μm</td><td>50
μm</td><td>80
μm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">边缘撕裂度
N</td><td>纵向</td><td>≥21</td><td>≥34</td><td>≥37</td></tr>
<tr><td>横向</td><td>≥8</td><td>≥14</td><td>≥14</td></tr>
</table></td>
<td>在电机绕组绕制、嵌线等工序中，提升II型芳纶绝缘纸边缘撕裂度可降低材料因边缘撕裂造成的废品率，提升生产效率。</td>
<td>本部分与GB/T 20629.3-2019无冲突，GB/T 20629.3-2019条款无须更改</td>
</tr>
<tr>
<td>24</td>
<td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td>
<td>GB/T 20629.3-2019的表1与本部分的表2存在关联</td>
<td>GB/T 20629.3—2019的表1规定2型电气强度：
<table>
<tr><td>序号</td><td>项点</td><td>38
μm</td><td>50
μm</td><td>80
μm</td></tr>
<tr><td>7</td><td>电气强度 kV/mm</td><td>≥7</td><td>≥7</td><td>≥9</td></tr>
</table>
本部分的表2规定II型电气强度：
<table>
<tr><td>序号</td><td>项点</td><td>38
μm</td><td>50
μm</td><td>80
μm</td></tr>
<tr><td>8</td><td>电气强度 kV/mm</td><td>≥12</td><td>≥13</td><td>≥15</td></tr>
</table></td>
<td>更高的电气强度可有效抑制局部放电和电击穿，减少绝缘老化，延长电机在高压、高频工况下的寿命，尤其适用于铁路行业频繁启停和变速的电气设备。</td>
<td>本部分与GB/T 20629.3-2019无冲突，GB/T 20629.3-2019条款无须更改</td>
</tr>
<tr>
<td>25</td>
<td>GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》</td>
<td>GB/T 20629.3-2019的表1与本部分的表2存在关联</td>
<td>GB/T 20629.3-2019的表1规定2型热收缩率：纵向≤6.0%；横向≤4.5%。
本部分的表2规定II型热收缩率：纵向≤4.5%；横向≤3.5%。</td>
<td>II型绝缘纸热收缩率过高会导致绝缘层与铜线/铁芯间产生间隙，引发局部放电或机械磨损，提高其热收缩率可提升高温尺寸稳定性，避免绝缘失效，还可减少因反复热膨胀/收缩导致的材料疲劳，延缓绝缘老化。</td>
<td>本部分与GB/T 20629.3-2019无冲突，GB/T 20629.3-2019条款无须更改</td>
</tr>
</table>

26	GB/T 20629.3-2019《电气用非纤维素纸 第3部分：无填充聚芳酰胺纤维纸》	GB/T 20629.3-2019 的6.3.1 与本标准的 7.3.1 存在关联	GB/T 20629.3-2019 的 6.3.1 规定“工艺有较大变动，可能影响产品性能时；企业正常连续生产 12 个月时”进行型式检验。本部分 7.3.1 规定“原材料或工艺有较大变动，可能影响产品性能时；连续生产 12 个月时”进行型式检验，并在表 3、表 4 中规定对绝缘油的污染性能试验、耐铜蚀性能试验、耐铜催化氧化性能试验、防火性能试验、禁限用物质试验除外。	1)本部分增加了原材料有较大变动，可能影响产品性能时需要进行型式试验. 2)连续生产 12 个月时，需开展型式试验。其中 GB/T 20629.3-2019 中已规定的全部型式试验项点都应满足这一条件。但对于新增的、主要与产品配方和材料特性相关的对合成酯油的污染性能、耐铜蚀性能、耐铜催化氧化性能、防火性能、禁限用物质这 5 项试验不用每年开展，可沿用新产品投产时的有效型式试验报告。	本部分与 GB/T 20629.3-2019 无冲突，GB/T 20629.3-2019 条款无须更改

4 关键指标

4.1 抗张强度

基于Ⅰ型50 μm规格间位芳纶绝缘纸在机车车辆变压器和电机中的应用和试验数据，当纵向抗张强度不低于3.4 kN/m时，产品的机械稳定性较好，可以满足使用需求；而纵向抗张强度低于3.4 kN/m时，在加工过程中容易出现断纸现象，降低生产效率。故本标准在5.2.1中将Ⅰ型50 μm规格间位芳纶绝缘纸的纵向抗张强度由GB/T 20629.3-2019中规定的“不低于2.8 kN/m”提升至“不低于3.4 kN/m”。

基于Ⅰ型510 μm规格间位芳纶绝缘纸在机车车辆变压器和电机的应用和试验数据，当横向抗张强度不低于 30.0 kN/m 时，产品的机械稳定性较好，可以满足使用需求；若横向抗张强度不足，则在持续振动、短路冲击或热循环等工况下容易产生裂纹或分层，直接破坏绝缘结构，可能引发短路等严重故障。故本标准在5.2.1中将Ⅰ型510 μm规格间位芳纶绝缘纸的横向抗张强度由GB/T 20629.3-2019中的“不低于19.5 kN/m”提升至“不低于30.0 kN/m”。

4.2 电气强度

基于实际应用经验，牵引变压器导线绕包匝间绝缘实际工况存在瞬态过电压，对于Ⅰ型50 μm规格间位芳纶绝缘纸，当电气强度不低于15 kV/mm 时，产品可在冲击过电压及高温工况下避免绝缘击穿，保障机车车辆运行安全；当指标低于该要求时，匝间绝缘易发生高压击穿，造成短路故障。故本标准将 Ⅰ型50 μm规格间位芳纶绝缘纸的电气强度由GB/T 20629.3-2019规定的“12 kV/mm”提至“15 kV/mm”，以增大变压器的耐压裕度。

4.3 热收缩率

基于牵引变压器匝间绝缘的应用需求与芳纶纤维的实际生产水平，对于Ⅰ型50 μm规格间位芳纶绝缘纸，当纵向热收缩率超过4.0%时，该规格绝缘纸收缩过大，在匝间易形成缝隙或产生应力集中，诱发局部放电乃至绝缘击穿。故本标准将 Ⅰ型 50 μm 规格间位芳纶绝缘纸的纵向热收缩率由 GB/T 20629.3-2019中的“不超过5.0%”降至“不超过4.0%”。

对于Ⅰ型50 μm规格间位芳纶绝缘纸，当横向热收缩率收缩超过3.0%时，绕包绝缘层可能出现褶皱、鼓包、局部裸露或厚度不均等缺陷，形成匝间绝缘薄弱点，降低变压器整体绝缘寿命。故本标准将Ⅰ型50 μm规格间位芳纶绝缘纸的横向热收缩率由GB/T 20629.3-2019中的“不超过4.0%”降至“不超过3.0%”。

4.4 横向伸长率

GB/T 20629.3-2019的表1规定1A型50 μm横向伸长率不小于5.0%，本部分的表1规定1A型50 μm横向伸长率不小于4.0%（低于GB/T 20629.3-2019），主要基于以下考虑：拉伸强度越高，横向伸长率越低。铁路行业导线绕包场景更注重高拉伸强度，以确保绕包张力下不被拉断。本部分适当降低 50 μm规格间位芳纶绝缘纸的横向伸长率，是对材料性能指标的合理取舍，结合铁路行业T410、A766等主流产品的实测数据以及应用情况，该指标可匹配铁路行业成熟产品的实际性能水平和安全运行。

5 有无重大分歧意见

无。

6 强制或推荐、废止、公开建议

6.1 建议本部分作为推荐性行业标准发布。

6.2 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议本部分公开。

6.3 本部分未识别出相关专利。

7 其他应予说明的事项

在本部分编制过程中，华南理工大学负责了第4章，5.2.1、5.2.2中拉伸强度、断裂伸长率以及6.4的编制，参与了第7章、第8章的编制，起草组建议将华南理工大学纳入标准起草单位。

标准起草组

2026年11月