ICS 29.035.10
CCS K 15

TB

中 华 人 民 共 和 国 铁 路 行 业 标 准

TB/T XXXX.2—XXXX

机车车辆 间位芳纶 第2部分:绝缘纸板

Railway rolling stock—Meta-aramid—Part 2: Insulation pressboards

（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 3
7　检验规则 4
8　标志、包装、运输和储存 5

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2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：宋欢、杨军、王进、李强军、梁西川、王一辉、刘冠芳、黎勇、张明、贺岳、龙金。

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2部分：绝缘纸板

1　范围

本文件规定了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。

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

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 1409　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 2411　塑料和硬橡胶　使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）

GB/T 9341　塑料　弯曲性能的测定

GB/T 11026.1　电气绝缘材料　耐热性　第1部分：老化程序和试验结果的评定

GB/T 11026.2　电气绝缘材料　耐热性　第2部分：试验判断标准的选择

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

GB/T 19264.2—2013　电气用压纸板和薄纸板　第2部分：试验方法

GB/T 29627.2—2013　电气用聚芳酰胺纤维纸板　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

TB/T XXXX.1　机车车辆　间位芳纶　第1部分：绝缘纸

3　术语和定义

TB/T XXXX.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

绝缘纸板　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且不含胶粘剂和除间位芳纶以外的其他任何纤维的纸板。

3.2

表观密度　apparent density

纸或纸板单位体积的质量。

注：表观密度由公式(1)计算：

$$\rho = \frac{m}{a \times b \times h} \times 10^3 \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

ρ——表观密度，单位为克每立方厘米(g/cm^3)；

m——试样质量，单位为克(g)；

a——试样长度，单位为毫米(mm)；

b——试样宽度，单位为毫米(mm)；

h——试样厚度，单位为毫米(mm)。

4 分类

绝缘纸板按密度主要分为以下两类：
——APB-C 型：中密度绝缘纸板；
——APB-HD 型：高密度绝缘纸板。

5 技术要求

5.1 外观

绝缘纸板应平整，无局部变形、表面缺陷、分层及边缘损伤，表面呈现白色或米黄色。

5.2 性能要求

绝缘纸板的性能应符合表1的规定。

表1 绝缘纸板性能要求

序号	项目		APB-C	APB-HD
1	厚度(h)偏差 %	h≤1.5 mm	±7.5	±7.5
		1.5 mm<h≤6.0 mm	±5.0	±5.0
2	表观密度 g/cm^3		>0.7～1.0	>1.0～1.2
3	拉伸强度 MPa	纵向	≥50	≥100
		横向	≥30	≥70
4	断裂伸长率 %	纵向	≥6.0	≥10(h≤3 mm)；≥11(h>3 mm)
		横向	≥8.0	
5	可压缩性 %	可压缩性	≤15	≤3.0
		弹性变形	≥50	≥75
6	热收缩率(180 ℃,24 h) %	纵向	≤2.0	≤2.0
		横向	≤2.0	≤2.0
		厚度方向	—	≤1.5
7	水分 %		≤6.0	≤6.0
8	水萃取液电导率 mS/m		≤4.0	≤4.0
9	电气强度 kV/mm	空气中	≥15	≥20
		油中	≥40	≥45
10	介质损耗因数(空气中，50 Hz)		≤1.5×10^{-2}	≤1.5×10^{-2}
11	相对电容率(空气中，50 Hz)		≤3.5	≤4.5
12	体积电阻率(空气中) Ω•m		≥1×10^{14}	≥1×10^{14}

表1 绝缘纸板性能要求

序号	项目		APB-C	APB-HD
13	吸油性 %	h≤1.5 mm	≥20	≥8
		1.5mm<h≤6.0 mm	≥20	≥5
14	弯曲强度 MPa	纵向	≥30	≥80
		横向	≥20	≥60
15	邵氏(D)硬度		—	≥70
16	层间粘结性		撕开后应有一层或多层破裂，并有明显粗糙或发毛现象	
17	温度指数		≥220	
18	对合成酯油的污染(130 ℃/168 h) ：介质损耗因数增量(90 ℃，50 Hz，与空白油比较)		≤0.03	
19	防火性能		满足 TB/T 3623.2—2026 中 R23 的 HL2 等级要求	
20	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。				

6 试验方法

6.1 外观检查

目视检查绝缘纸板平整性、颜色、表面缺陷、分层及边缘损伤情况。

6.2 厚度及偏差测量

按GB/T 29627.2—2013中4.1.2的规定进行测量。

6.3 表观密度测量

按GB/T 29627.2—2013中第5章的规定进行测量。

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 可压缩性试验

按GB/T 29627.2—2013中第8章的规定进行试验。

6.6 热收缩率试验

按GB/T 29627.2—2013中第17章的规定进行试验。

6.7 水分试验

按GB/T 29627.2—2013中第16章的规定进行试验。

6.8 水萃取液电导率试验

按GB/T 19264.2—2013中第15章的规定进行试验。

6.9 电气强度试验

按GB/T 29627.2—2013中第11章的规定进行试验。测试条件：温度为(23±2) ℃，相对湿度为(50±5)%。

6.10 介质损耗因数、相对电容率试验

按GB/T 1409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1 000 V，样品为单层测试。

6.11 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)%，电压500 V，样品为单层测试。

6.12 吸油性试验

按GB/T 29627.2—2013中第18章的规定进行试验。中密度绝缘纸板浸油时间为6 h，高密度绝缘纸板浸油时间为24 h。

6.13 弯曲强度试验

按GB/T 9341的规定进行试验。

6.14 邵氏（D）硬度试验

按GB/T 2411的规定进行试验。

6.15 层间粘结性试验

按GB/T 19264.2—2013中第12章的规定进行试验。

6.16 温度指数试验

按GB/T 11026.1和GB/T 11026.2的规定进行试验。

6.17 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：(130±2) ℃，168 h。

6.18 防火性能试验

按TB/T 3623.2—2026的规定进行试验。

6.19 禁限用物质试验

按TB/T 3139—2021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 每批随机抽取三块绝缘纸板组成样品，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，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

有下列情况之一时，应进行型式检验：

a) 新产品投产时；

b) 工艺或原材料有较大变动，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 24 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

检验项目应符合表2的规定。

表2 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	厚度及偏差测量	√	√	5.2	6.2
3	表观密度测量	√	√	5.2	6.3
4	拉伸强度、断裂伸长率试验	√	√	5.2	6.4
5	可压缩性试验	√	—	5.2	6.5
6	热收缩率试验	√	√	5.2	6.6
7	水分试验	√	√	5.2	6.7
8	水萃取液电导率试验	√	—	5.2	6.8
9	电气强度试验	√	√[a]	5.2	6.9
10	介质损耗因数、相对电容率试验	√	—	5.2	6.10
11	体积电阻率试验	√	—	5.2	6.11
12	吸油性试验	√	—	5.2	6.12
13	弯曲强度试验	√	—	5.2	6.13
14	邵氏（D）硬度试验	√	—	5.2	6.14
15	层间粘结性试验	√	√	5.2	6.15
16	温度指数试验[b、c]	√	—	5.2	6.16
17	对合成酯油的污染性能试验[b、c]	√	—	5.2	6.17
18	防火性能试验[b、c]	√	—	5.2	6.18
19	禁限用物质试验[b、c]	√	—	5.2	6.19
注：“√”表示必做的检验项目，“—”表示不做的检验项目。					
[a] 出厂检验仅检验空气中的电气强度。 [b] 可只检验一种规格。 [c] 连续生产24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

产品外包装上还应清晰地标示下列信息：
a) 产品名称、型号规格；

b) 产品批号；
c) 质量、尺寸；
d) 生产日期；
e) 生产厂家；
f) 执行标准编号。

8.2 包装

产品应采用避光、密封包装供货，防止绝缘纸板在装卸、运输和储存过程中受潮、破损、污染或磕碰等。

8.3 运输

运输时，应使用能防雨、防暴晒和洁净的运输工具，不应与腐蚀性物质混装。

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，避免受潮和阳光直射。

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2部分：绝缘纸板》
（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）26T020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2部分：绝缘纸板》。

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板主要用于制作机车车辆变压器垫块、撑条、端圈、绝缘筒、角环等，起绝缘、支撑和缓冲等作用，其性能和质量直接关系到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。

目前与间位芳纶绝缘纸板相关的国内外标准仅有《电气用聚芳酰胺纤维纸板 第3部分：单项材料规范》(GB/T 29627.3-2023)。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需求，与静置的运行设备差异较大，现有标准无法完全满足机车车辆用间位芳纶绝缘纸板的使用要求。结合机车车辆变压器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板行业标准，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板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、中车株洲电机有限公司等单位成立了标准起草组，对绝缘纸板的对绝缘油的污染性能、防火性能、禁限用物质等情况进行了调研，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2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	宋欢、杨军、王进、黎勇、张明	宋欢主持标准编制，负责第1～3章，5.1，5.2中厚度偏差、表观密度，6.1～6.3的编制及全面协调工作； 杨军负责5.2中拉伸强度、断裂伸长率，6.4的编制，参与第8章的编制； 王进负责5.2中可压缩性、热收缩率，6.5、6.6、第8章的编制，参与第7章的编制； 黎勇负责5.2中水分、水萃取液导电率，6.7、6.8的编制，参与第7章和第8章的编制； 张明负责第4章、5.2中电气强度、6.9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	李强军负责5.2中介质损耗因数、相对电容率，6.10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	梁西川、王一辉	梁西川负责5.2中体积电阻率、防火性能，6.11、6.18的编制，参与第7章和第8章的编制； 王一辉负责5.2中弯曲强度、6.13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中邵氏硬度、层间粘结性，6.14、6.15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	贺岳	负责5.2中温度指数、对合成酯油的污染，6.16、6.17的编制，参与第7章和第8章的编制
6	华南理工大学	龙金	负责5.2中吸油性、禁限用物质，6.12、6.19以及第7章的编制，参与第4章和第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的要求。

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；适用于机车车辆用间位芳纶绝缘纸板的设计、制造和检验，其他领域电气用间位芳纶绝缘纸板可参照执行。

3.2 本部分的主要技术要求包括外观要求，厚度偏差、表观密度、拉伸强度、断裂伸长率、可压缩性、热收缩率、水分、水萃取液电导率、电气强度、介质损耗因数、相对电容率、体积电阻率、吸油性、弯曲强度、邵氏硬度、层间粘结性、温度指数、对合成酯油的污染性能、防火性能、禁限用物质等性能要求。

3.3 本部分参考《电气用聚芳酰胺纤维纸板 第3部分：单项材料规范》（GB/T 29627.3-2023），结合机车车辆用间位芳纶绝缘纸板的应用实际编制。

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 2 部分：绝缘纸板》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 29627.3-2023《电气用聚芳酰胺纤维纸板 第 3 部分：单项材料规范》	GB/T 29627.3-2023 的第 1 章与本部分的第 1 章存在关联	GB/T 29627.3-2023 的第 1 章规定了该标准适用于电气用无填充间位芳纶绝缘纸板。 本部分的第 1 章规定了该标准适用于机车车辆用间位芳纶绝缘纸板。	本部分与 GB/T 20629.3-2023 的适用范围不同。	本部分与 GB/T 29627.3-2023 无冲突，GB/T 29627.3-2023 条款无须更改
2	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》	GB/T 29627.3-2023 的第 3 章与本部分的第 3 章存在关联	GB/T 29627.3-2023 的第 3 章未规定术语和定义。 本部分的第 3 章规定了绝缘纸板、表观密度的术语和定义。	本部分明确了绝缘纸板等术语和定义，便于标准使用。	本部分与 GB/T 29627.3-2023 无冲突，GB/T 29627.3-2023 条款无须更改
3	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》	GB/T 29627.3-2023 的第 4 章与本部分的第 4 章存在关联	GB/T 29627.3-2023 的第 4 章规定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。 本部分的第 4 章规定机车车辆用间位芳纶绝缘纸板主要分为下列两类： APB-C 型：中密度；APB-HD 型：高密度。	机车车辆间位芳纶绝缘纸板的使用需求主要集中在中密度和高密度绝缘纸板。	本部分与 GB/T 29627.3-2023 无冲突，GB/T 29627.3-2023 条款无须更改

4	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》	GB/T 29627.3-2023 的表3与本部分的表1存在关联	GB/T 29627.3-2023 的表3规定标称厚度：h≤1.5mm；1.5mm＜h≤3.0mm；3.0mm＜h≤6.0mm；h＞6.0mm 本部分的表1规定标称厚度：h≤1.5mm；1.5mm＜h≤3.0mm；3.0mm＜h≤6.0mm	铁路行业对间位芳纶绝缘纸板的厚度需求集中在1.0mm～6.0mm，通常由1.0mm～6.0mm芳纶绝缘纸板加工而成，超过6.0mm主要用作垫块。故本部分将标称厚度分成3个区间。	本部分与GB/T 29627.3-2023无冲突，GB/T 29627.3-2023条款无须更改
5	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》	GB/T 29627.3-2023 的表3与本部分的表1存在关联	GB/T 29627.3-2023 的表3规定厚度偏差（%）：±10 本部分的表1规定厚度偏差（%）：h≤1.5mm：±7.5；1.5mm＜h≤3.0mm：±5.0；3.0mm＜h≤6.0mm：±5.0	本部分结合铁路行业实际应用经验，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，也有助于产品自动化加工。	本部分与GB/T 29627.3-2023无冲突，GB/T 29627.3-2023条款无须更改
6	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》	GB/T 29627.3-2023 的表3与本部分的表1存在关联	GB/T 29627.3-2023 的表3规定拉伸强度(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)。 本部分的表1规定拉伸强度(MPa)： 纵向：≥50(APB-C)；≥100(APB-HD)； 横向：≥30(APB-C)；≥70(APB-HD)。	1)由于间位芳纶绝缘纸板的拉伸强度主要与其型号相关，故本部分中拉伸强度只按型号区分。 2)本部分结合铁路行业实际应用经验，提高绝缘纸板的拉伸强度，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。	本部分与GB/T 29627.3-2023无冲突，GB/T 29627.3-2023条款无须更改

7	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》	GB/T 29627.3-2023的表3与本部分的表1存在关联	GB/T 29627.3-2023的表3规定可压缩性(%)：中密度：—；高密度：C≤5.0；C_{rev}≥50。 本部分的表1规定可压缩性(%)：中密度：C≤15；C_{rev}≥50；高密度：C≤3.0；C_{rev}≥75。	本部分结合铁路行业实际应用经验，增加了中密度芳纶绝缘纸板的可压缩性指标，降低了高密度芳纶绝缘纸板的可压缩性指标，从而提高其弹性形变，有利于绝缘纸板在长期压力（如绕组紧固力、电磁振动）和频繁振动条件下，不易发生塑性变形和疲劳断裂，提升绝缘系统的机械稳定性。	本部分与GB/T 29627.3-2023无冲突，GB/T 29627.3-2023条款无须更改
8	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》	GB/T 29627.3-2023的表3与本部分的表1存在关联	GB/T 29627.3-2023的表3规定工频电气强度(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)。 本部分的表1规定了电气强度(kV/mm)： APB-C：≥15(空气中)；≥40(油中)； APB-HD：≥20(空气中)；≥45(油中)。	本部分结合铁路行业实际应用经验，提升了绝缘纸板的电气强度，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，尤其适用于铁路行业频繁启停和负荷波动的工况。	本部分与GB/T 29627.3-2023无冲突，GB/T 29627.3-2023条款无须更改
9	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》	GB/T 29627.3-2023的表3与本部分的表1存在关联	GB/T 29627.3-2023的表3规定高密度间位芳纶绝缘纸板的弯曲强度(Mpa)： 纵向：≥75；横向：≥55。 本部分的表1规定弯曲强度(Mpa)： 纵向：≥80；横向：≥60。	本部分结合铁路行业实际应用经验，提升了高密度绝缘纸板的弯曲强度，有利于该材料的后续加工使用。	本部分与GB/T 29627.3-2023无冲突，GB/T 29627.3-2023条款无须更改
10	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》	GB/T 29627.3-2023的表3与本部分的表1存在关联	GB/T 29627.3-2023的表3规定温度指数：≥210。 本部分的表1规定温度指数：≥220。	机车车辆频繁启停或大负荷运行时，变压器设备内部温度可能骤升，提高绝缘纸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，满足铁路行业轻量化需求。	本部分与GB/T 29627.3-2023无冲突，GB/T 29627.3-2023条款无须更改

11	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》	GB/T 29627.3-2023 的表3与本部分的表1存在关联	GB/T 29627.3-2023 的表3未规定对绝缘油的污染性能、防火性能、禁限用物质要求。 本部分的表1规定了: 对绝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; 防火性能:满足 TB/T 3623.2-2026 中 R23 的 HL2 等级要求; 禁限用物质:满足 TB/T 3139-2021 第5章的要求。	1)增加对合成酯油的污染性能有利于掌握绝缘纸板与合成酯油的相容性,延长绝缘油使用寿命,提升设备绝缘可靠性。 2)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;同时对标国内外先进标准,规范行业应用,推动国产材料技术升级与市场竞争力提升。 3)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,助力铁路行业绿色发展。	本部分与 GB/T 29627.3-2023 无冲突,GB/T 29627.3-2023 条款无须更改
12	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》	GB/T 29627.3-2023 的7.3.1与本部分的7.3.1存在关联	GB/T 20629.3-2019 的7.3.1规定以下情况应进行型式检验:工艺有较大变动,可能影响产品性能时; 企业连续生产24个月时。 本部分 7.3.1 规定以下情况应进行型式检验:原材料或工艺有较大变动,可能影响产品性能时;连续生产24个月时。并在表2中规定温度指数试验、对绝缘油的污染性能试验、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 24 个月时,应进行型式试验,该项包含了 GB/T 29627.3-2023 中的全部型式试验项点,但对于主要与产品配方和材料特性相关的温度指数、对绝缘油的污染性能试验、防火性能、禁限用物质不用每两年开展,可沿用新产品投产时的有效型式试验报告。	本部分与 GB/T 29627.3-2023 无冲突,GB/T 29627.3-2023 条款无须更改

4 关键指标

4.1 拉伸强度

基于 APB-C 型 2.0 mm 规格间位芳纶绝缘纸板在机车车辆变压器上的应用和试验数据，当纵向拉伸强度不低于 50 MPa、横向拉伸强度不低于 30 MPa 时，可满足卷绕加工及短路冲击、振动工况下的使用需求；当纵向拉伸强度低于 50 MPa 时，该产品制备的绝缘件易发生变形甚至开裂，破坏主绝缘结构完整性；当横向拉伸强度低于 30 MPa 时，卷绕加工易产生损伤，短路冲击下绝缘筒易变形开裂，造成绝缘距离缩短，进而引发击穿。故本部分在 5.2 中将 APB-C 型 2.0 mm 规格的间位芳纶绝缘纸板的纵向拉伸强度由 GB/T 29627.3-2023 中规定的“不低于 35 MPa”提升至“不低于 50 MPa”、横向拉伸强度由 GB/T 29627.3-2023 中规定的“不低于 22 MPa”提升至“不低于 30 MPa”。

4.2 可压缩性、弹性变形

基于牵引变压器绝缘部件的实际工况和产品试验数据，对于 APB-HD 型 2.0 mm 规格间位芳纶绝缘纸板，若可压缩性大于 3.0%，该产品制备的撑条和垫块等的支撑高度会发生变化，导致绕组松动、移位，甚至油道堵塞，劣化牵引变压器的抗短路能力和散热性能。故本部分在 5.2 中将可压缩性指标由 GB/T 29627.3-2023 中规定的“不超过 5.0%”降至“不超过 3.0%”，从而保障绝缘结构在长期运行中的尺寸稳定性和机械可靠性。

基于牵引变压器绝缘部件的实际工况和产品试验数据，对于 APB-HD 型 2.0 mm 规格间位芳纶绝缘纸板，当弹性变形偏低时，撑条回弹不足，会引发绕组松动、移位；垫块会出现厚度方向永久减压缩，油道变窄甚至堵塞，绝缘油的循环散热受阻，造成局部过热，加速绝缘材料老化。故本部分结合铁路行业实际应用经验，在 5.2 中将弹性变形由 GB/T 29627.3-2023 中规定的“不低于 50%”提升至“不低于 75%”，从而保障绝缘结构在长期运行中具备足够的恢复能力以维持结构稳定性。

4.3 电气强度

结合机车车辆高可靠性应用场景，同时兼顾材料综合性能，对于 APB-C 型 1.0 mm 规格间位芳纶绝缘纸板，若空气中电气强度低于 15 kV/mm，材料易发生击穿或局部放电，造成绝缘结构失效；若指标要求过高，则配方中需增加沉析纤维占比，导致拉伸强度、可压缩性等指标下降，不利于产品综合性能的平衡。故本部分在 5.2 中将 APB-C 型 1.0 mm 规格间位芳纶绝缘纸板的空气中电气强度由 GB/T 29627.3-2023 中规定的“不低于 12 kV/mm” 提至“不低于 15 kV/mm”。

对于 APB-HD 型 2.0 mm 规格间位芳纶绝缘纸板，若油中电气强度低于 45 kV/mm，其制备的撑条、垫块在电压冲击下易发生击穿或局部放电，引发主绝缘结构失效，缩短变压器使用寿命。故本部分在 5.2 中将 APB-HD 型 2.0 mm 规格间位芳纶绝缘纸板的油中电气强度由 GB/T 29627.3-2023 中规定的“不低于 35 kV/mm”提升至“不低于 45 kV/mm”。

4.4 介质损耗因数

基于间位芳纶绝缘纸板的实际应用场景，为避免经高温老化后的绝缘油样品的介质损耗因数相对空白油过高，其性能劣化会导致油纸绝缘系统加速老化，严重影响牵引变压器的可靠性和使用寿命，本部

分在 5.2 中增加了绝缘纸板对合成酯油的污染性能(130℃/168h)“介质损耗因数增量(90℃，50Hz，与空白油比较)：≤0.03”，从而评估绝缘纸板与合成酯油的相容性，保障油纸复合绝缘系统的长期可靠性。

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5.2中吸油性、禁限用物质，6.12、6.19以及第7章的编制，参与了第4章和第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