ICS 45.040
CCS S 11

TB

中 华 人 民 共 和 国 铁 路 行 业 标 准

TB/T 3360.6—202X

铁路隧道防排水材料
第 6 部分：弹性密封垫

Water-proof and drainage materials used in railway tunnel

Part 6: Elastomeric sealing gasket

（征求意见稿）

（2026 年 9 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。

202X - XX - XX 发布　　202X - XX - XX 实施

国家铁路局　发布

目　　次

前言 III
引言 IV
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 分类和标记 1
5 技术要求 2
6 试验方法 3
7 检验规则 4
8 包装、合格证、运输与储存 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 3360《铁路隧道防排水材料》的第 6 部分。TB/T 3360 已经发布了以下部分：

——第 1 部分：防水板和排水板；

——第 2 部分：止水带；

——第 3 部分：防排水板；

——第 4 部分：排水盲管；

——第 5 部分：止水条；

——第 6 部分：弹性密封垫。

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。

本文件由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位提出并归口。

本文件主要起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路经济规划研究院有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司

本文件主要起草人：马伟斌、林传年、罗驰、郭小雄、杨剑、霍建勋、杨旸、王朋乐、郑泽福、刘斌、彭旸

引　言

防排水材料是隧道防排水系统的主要组成部分，在保障铁路隧道防排水性能方面起到了重要作用。TB/T 3360 旨在规范铁路隧道防排水材料的技术要求，为铁路隧道工程用防水板、排水板、止水带、防排水板、排水盲管、止水条和弹性密封垫的生产、销售和产品质量验收检查提供标准依据，由六个部分组成：

——第 1 部分：防水板和排水板；

——第 2 部分：止水带；

——第 3 部分：防排水板；

——第 4 部分：排水盲管；

——第 5 部分：止水条；

——第 6 部分：弹性密封垫。

铁路隧道防排水材料 第6部分：弹性密封垫

1 范围

本文件规定了铁路隧道弹性密封垫的术语和定义，分类和标记，技术要求，试验方法，检验规则及包装、合格证、运输与储存。

本文件适用于铁路盾构法隧道管片接缝用弹性密封垫。

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 528—2009 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定

GB/T 39693.4—2025 硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定 第4部分：用邵氏硬度计法（邵尔硬度）测定压入硬度

GB/T 1690—2010 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法

GB/T 2423.16—2022 环境试验 第2部分：试验方法 试验J和导则：长霉

GB/T 2941—2025 橡胶 物理试验方法试样制备和调节通用程序

GB/T 3512—2014 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验

GB/T 3672.1—2002 橡胶制品的公差 第1部分：尺寸公差

GB/T 7759.1—2015 硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形的测定 第1部分：在常温及高温条件下

GB/T 7762—2014 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐臭氧龟裂静态拉伸试验

GB/T 15256—2014 硫化橡胶或热塑性橡胶 低温脆性的测定（多试样法）

GB/T 18173.3—2014 高分子防水材料 第3部分 遇水膨胀橡胶

GB/T 18173.4—2010 高分子防水材料 第4部分:盾构法隧道管片用橡胶密封垫

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

最不利工况 most unfavorable condition

弹性密封垫同时处于管片接缝最大张开量和允许错台量的防水最不利工况。

3.2

闭合压缩力 closing compression force

单位长度弹性密封垫安装于管片凹槽内，在无错台情况下完全压缩至闭合时的压缩荷载。

4 分类和标记

4.1 分类

弹性密封垫按材料分为两类：

a）三元乙丙橡胶密封垫，用RS表示；

b）遇水膨胀材料与三元乙丙橡胶的复合密封垫（以下简称复合密封垫），用CS表示。

4.2 产品标记

弹性密封垫本体上应有永久性标记，标记内容包含：材料代号－规格（宽度×高度）－最不利工况下防水水压－闭合压缩力。

示例1：宽度为43mm、高度为21mm，在张开10mm、错台10mm工况下防水水压1MPa，闭合压缩力为60kN/m的三元乙丙橡胶密封垫标记为：RS－43×21－1MPa（张10错10）－60kN/m。

示例 2：宽度为 44mm、高度为 22mm，在张开 8mm、错台 15mm 工况下防水水压 1.3MPa，闭合压缩力为 65kN/m 的复合密封垫标记为：CS－44×22－1.3MPa（张 8 错 15）－65kN/m。

5 技术要求

5.1 原材料

弹性密封垫所用三元乙丙橡胶材料不应采用再生橡胶。

5.2 尺寸极限偏差

弹性密封垫的结构型式、规格尺寸及公差应符合经规定程序批准的图样及技术文件要求。无公差要求时，其允许偏差应符合 GB/T 3672.1—2002 中 E2 级的要求。

5.3 防水水压和闭合压缩力极限偏差

弹性密封垫的防水水压极限偏差为 ±0.1MPa，闭合压缩力极限偏差为 ±5kN/m。

5.4 外观质量

弹性密封垫的外观质量应符合表 1 的规定。

表 1 外观质量

编号	缺陷类型	质量要求	
		工作面[a]部分	非工作面部分
1	气泡	直径在 0.50mm～1.00mm 的气泡，每米不允许超过 3 处	直径在 1.00mm～2.00mm 的气泡，每米不允许超过 4 处
2	杂质	面积在 2mm²～4mm² 的杂质，每米不允许超过 3 处	面积为 4mm²～8mm² 的杂质，每米不允许超过 3 处
3	接头缺陷	不允许有裂口及“海绵”现象。高度在 1.00mm～1.50mm 的凸起每米不超过 2 处	不允许有裂口及“海绵”现象。高度在 1.00mm～1.50mm 的凸起每米不超过 4 处
4	凹痕	深度不超过 0.50mm、面积 3mm²～8mm² 的凹痕，每米不超过 2 处	深度不超过 1.00mm、面积 5mm²～10mm² 的凹痕，每米不超过 4 处
5	中孔偏心	中心孔周边对称部位厚度差不应超过 1mm	
[a] 工作面指管片拼装后密封垫与密封垫之间的接触面及密封垫上与密封垫沟槽的接触面。			

5.5 物理性能

5.5.1 橡胶密封垫成品及复合密封垫成品中三元乙丙橡胶材料的物理性能应符合表 2 规定。若复合密封垫成品截面构造不具备切片制样的条件，用硫化胶料标准试样测试。

表 2 弹性密封垫成品中三元乙丙橡胶材料物理性能

序号	项目		技术指标
1	硬度（邵尔 A） 度		60～70
2	硬度偏差 度		±5
3	拉伸强度 MPa		≥ 10
4	拉断伸长率		≥ 400%
5	压缩永久变形	70℃×24h，25%	≤ 15%
		23℃×72h，25%	≤ 15%
6	脆性温度 ℃		≤ －45

表 2 弹性密封垫成品中三元乙丙橡胶材料物理性能（续）

序号	项目		技术指标
7	热空气老化（70℃×96h）	硬度变化（邵尔 A） 度	≤ 4
		拉伸强度降低率	≤ 10%
		拉断伸长率降低率	≤ 20%
8	耐碱性 (饱和$Ca(OH)_2$溶液，23℃×96h）	硬度变化（邵尔 A） 度	≤ 4
		拉伸强度降低率	≤ 10%
		拉断伸长率降低率	≤ 20%
9	臭氧老化[50×10^{-8}，20%，（40±2）℃×48h]		无裂纹
10	防霉等级		不低于二级

5.5.2 复合密封垫中遇水膨胀材料的物理性能应符合表 3 的规定。成品切片测试时，拉伸强度、拉断伸长率、反复浸水试验中的拉伸强度、拉断伸长率性能指标应达到表 3 规定指标的 80%。

表 3 遇水膨胀材料的物理性能

序号	项目		技术指标	
1	硬度（邵尔 A） 度		42 ±10	45 ±10
2	拉伸强度 MPa		≥ 3.5	≥ 3
3	拉断伸长率		≥ 450%	≥ 350%
4	体积膨胀倍率		≥ 250%	≥ 400%
5	反复浸水试验	拉伸强度 MPa	≥ 3	≥ 2
		拉断伸长率	≥ 350%	≥ 250%
		体积膨胀倍率	≥ 250%	≥ 300%
6	低温弯折（－20℃×2h）		无裂纹	无裂纹

6 试验方法

6.1 尺寸测定

规格尺寸用游标卡尺（精确为 0.02mm）测量。其中，高度与宽度测量取制品上的任意 1 m 作为样品，然后自其两端起在制品表面的对称部位取四点进行测量，取其平均值；其它细部尺寸测量在长度 1m 样品的两端面进行测量，取其平均值。

6.2 防水水压测定

防水水压的测定按 GB/T 18173.4—2010 附录 A 规定的方法进行。采用“一”形耐水压试验装置，取样从密封垫成品取两段 L 型样品，短边不小于 200mm、长边不小于 400mm，再用接角机形成试验所需框型试样。

6.3 闭合压缩力测定

闭合压缩力的测定按 GB/T 18173.4—2010 附录 B 规定的方法进行。

6.4 外观质量

外观质量检验用目测和游标卡尺（精确为0.02mm）进行。

6.5 性能测定

6.5.1 试样制备

在规格尺寸和外观质量检验合格的制品上裁取试验所需试样，按GB/T 2941的规定制备试样，并在标准状态下静置24 h。

6.5.2 硬度

硬度的测定按GB/T 39693.4—2025的规定进行。

6.5.3 拉伸强度、拉断伸长率

拉伸强度、拉断伸长率的测定按GB/T 528—2009的规定进行，采用 2 型哑铃试样，拉伸速度(500±50) mm/min，初始标距20 mm。

6.5.4 压缩永久变形

压缩永久变形的测定按GB/T 7759.1—2015的规定进行，采用B型试样，压缩率为25%。

6.5.5 脆性温度

脆性温度的测定按GB/T 15256—2014 的规定进行。

6.5.6 热空气老化

热空气老化的试验按GB/T 3512—2014 的规定进行。

6.5.7 耐碱性

耐碱性的试验按GB/T 1690—2010 的规定进行，浸泡完成后测试须在30min内完成。

6.5.8 臭氧老化

臭氧老化的试验按GB/T 7762—2014 的规定进行。

6.5.9 防霉等级

防霉试验按GB/T 2423.16—2022 规定的方法进行。

6.5.10 体积膨胀倍率

体积膨胀倍率试验按GB/T 18173.3—2014 附录A规定的方法进行。

6.5.11 反复浸水试验

反复浸水试验按GB/T 18173.3—2014 规定的方法进行。

6.5.12 低温弯折

低温弯折试验按GB/T 18173.3—2014 规定的方法进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

弹性密封垫检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时应进行型式检验：

a) 初次投产或转场生产时；
b) 产品的结构、工艺、材料等有重大改变时；

c) 除防水水压极限偏差和闭合压缩力极限偏差外，正常生产期间每年进行一次，其中弹性密封垫橡胶材料的脆性温度和热空气老化、遇水膨胀材料的反复浸水试验每3个月至少进行一次；

d) 停产6个月后恢复生产时；

e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.2.2 检验项目应符合表 4 的规定。

表 4 弹性密封垫检验项目

序号	检验对象	项目	型式检验	出厂检验	技术要求 对应条款	试验方法 对应条款
1	成品性能	尺寸极限偏差	√	√	5.2	6.1
2		防水水压极限偏差	√	—	5.3	6.2
3		闭合压缩力极限偏差	√	—	5.3	6.3
4		外观质量	√	√	5.4	6.4
5	橡胶材质 物理性能	硬度	√	√	5.5.1	6.5.2
6		拉伸强度	√	√	5.5.1	6.5.3
7		拉断伸长率	√	√	5.5.1	6.5.3
8		压缩永久变形	√	√	5.5.1	6.5.4
9		脆性温度	√	—	5.5.1	6.5.5
10		热空气老化	√	—	5.5.1	6.5.6
11		耐碱性	√	—	5.5.1	6.5.7
12		臭氧老化	√	—	5.5.1	6.5.8
13		防霉等级	√	—	5.5.1	6.5.9
14	遇水膨胀材质 物理性能	硬度	√	√	5.5.2	6.5.2
15		拉伸强度	√	√	5.5.2	6.5.3
16		拉断伸长率	√	√	5.5.2	6.5.3
17		体积膨胀倍率	√	√	5.5.2	6.5.10
18		反复浸水试验	√	—	5.5.2	6.5.11
19		低温弯折	√	—	5.5.2	6.5.12
除序号 1、4 项目外，其他项目中若有一项不符合技术要求，应另取双倍试样进行该项复检，复检结果应全部符合技术要求。						

7.3 出厂检验

7.3.1 出厂检验应逐批进行。成品性能检验以同品种、同规格、同标记的 300 环弹性密封垫为一批，不足 300 环按一批计。在该批产品中随机抽取 3 环样品进行规格尺寸和外观质量的检查，在上述检查合格的样品中再随机抽取试样，进行性能检验。

半成品胶料性能检验：密封垫三元乙丙橡胶胶料以6000kg为一批，遇水膨胀材料胶料以2000kg为一批。每批抽取足够样品进行物理性能检验。

7.3.2 检验项目应符合表 4 的规定。

8 包装、合格证、运输与储存

8.1 包装

弹性密封垫应盘卷捆扎，盘卷应整齐、牢固，用编织袋或纸箱包装，复合密封垫应内衬塑料袋封口包装。

8.2 合格证

弹性密封垫每一独立包装应有合格证，并至少注明产品名称、产品标记、制造厂名、产品批号、生产日期、标准号、检验合格印章等。

8.3 运输与储存

8.3.1 运输时，应避免重物挤压和过高堆叠；避免阳光直射、雨雪浸淋；不应与有可能对产品造成腐蚀的酸、碱、油及有机溶剂以及尖利物器接触。

8.3.2 储存时，应储存在无阳光直射，温度-15℃ ～+35℃，相对湿度不大于 95%的通风良好的仓库内。不允许堆叠过高或重压。

铁路行业标准《铁路隧道防排水材料 第6部分：弹性密封垫》

（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2025年铁路装备技术和运输服务标准项目计划》（国铁科法函〔2025〕80号）25T055项目和《国家铁路局2025年铁路装备技术和运输服务标准项目计划(承担单位)》(科法函〔2025〕122号），由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位归口，并由中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路经济规划研究院有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司共同起草《铁路隧道防排水材料 第6部分：弹性密封垫》。

本部分为首次制定。

1.2 制修订本标准的必要性

弹性密封垫通常设置于预制混凝土管片接缝处的密封垫沟槽内，主要依靠弹性压缩后产生的接触应力实现接缝防水密封，是铁路盾构隧道管片接缝防水体系的核心环节，其防水性能直接决定着盾构隧道的长期防水效果。同时，盾构法铁路隧道通常采用拼装式管片衬砌，弹性密封垫在管片拼装过程中起到缓冲、均匀传力等作用。

弹性密封垫普遍采用中孔型结构型式来减缓压缩应力的快速增长，其长期防水效果不仅与密封垫材料的物理性能有关，还与闭合压力以及在最大张开量和允许错台量下的防水水压息息相关。若闭合压力过大，弹性密封垫在压缩过程中将产生较大荷载，易导致管片衬砌开裂、引发渗漏水；若防水水压不足，弹性密封垫在压缩过程中产生的接触应力不足，不足以抵抗水压荷载，同样会导致管片接缝渗漏水。因此，为保证铁路隧道结构体系的长期性能，规范弹性密封垫的设计、制造、检验和使用，明确弹性密封垫的物理性能、防水水压、闭合压力等性能指标要求，有必要制定本部分。

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，在归口单位组织下，中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路经济规划研究院有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司等单位成立了标准起草组，对弹性密封垫的生产、设计、施工、检验等情况进行了调研，收集了相关技术资料，在对前期工作深入讨论研究后，2026年8月，形成了本部分的征求意见稿。

（2）本部分起草单位和起草人承担的起草工作见表1。

表1《铁路隧道防排水材料 第6部分：弹性密封垫》起草工作分工表

序号	起草单位	起草人姓名	承担的工作

1	中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所	马伟斌、郭小雄、罗驰、郑泽福、彭旸	马伟斌主持标准编制工作，负责第1章、第5.1节、表3的编制工作及全面协调工作； 郭小雄负责第8章的编制工作； 罗驰负责第5.5节、第7.1节的编制工作； 彭旸负责第6.5节的编制工作； 郑泽福负责第7.2.1条、第7.2.3条的编制工作。
2	中国铁路经济规划研究院有限公司	林传年、霍建勋、杨旸、王朋乐	林传年负责第2章、第6.1节、第6.2节的编制及全文的标准化审核； 杨旸负责第3章、第6.3节、第6.4节、第7.2.2条的编制工作； 霍建勋负责第5.2节、第5.3节的编制工作 王朋乐负责第5.4节的编制工作。
3	中铁第四勘察设计院集团有限公司	杨剑、刘斌	杨剑负责第4章的编制工作； 刘斌负责第7.3节的编制工作。

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 本部分规定了铁路隧道弹性密封垫的术语和定义，分类和标记，技术要求，试验方法，检验规则及包装、合格证、运输与储存；适用于铁路盾构法隧道管片接缝用弹性密封垫。

3.2 本部分的主要技术要求包括术语和定义、分类、产品标记、原材料、尺寸极限偏差、外观质量、物理性能、试验方法、检验规则及包装、合格证、运输与储存等。

3.3 本部分符合法律、行政法规的规定。

3.4 本部分依据国家标准《高分子防水材料 第4部分：盾构法隧道管片用橡胶密封垫》（GB/T 18173.4-2010）等技术标准，结合铁路盾构法隧道管片接缝用弹性密封垫的应用实际编制。

3.5 本部分是在GB/T 18173.4-2010的基础上制定，与GB/T 18173.4-2010的重要技术差异见表2。

表2 与《高分子防水材料 第4部分：盾构法隧道管片用橡胶密封垫》（GB/T 18173.4-2010）的重要技术差异

序号	GB/T 18173.4-2010	本部分	说明
1	无	3 术语和定义 下列术语和定义适用于本标准。 3.1 最不利工况 most unfavorable condition 弹性密封垫同时处于管片接缝最大张开量和允许错台量的防水最不利工况。 3.2 闭合压缩力 closing compression force 单位长度弹性密封垫安装于管片凹槽内，在无错台情况下完全压缩至闭合时的压缩荷载。	本部分提出了弹性密封垫最不利工况和闭合压缩力的定义。
2	3分类 橡胶密封垫按功能分为三类: a)弹性橡胶密封垫[包括氯丁橡胶(CR)	4 分类和标记 4.1 分类 弹性密封垫按材料分为两类：	本部分的分类中仅包含三元乙丙橡胶密封垫和遇水膨胀材料与三元乙丙橡胶

<table>
<tr><td></td><td>密封垫、三元乙丙橡胶(EPDM)密封垫]；
b）遇水膨胀橡胶密封垫；
c）弹性橡胶与遇水膨胀橡胶复合密封垫。</td><td>a）三元乙丙橡胶密封垫，用 RS 表示；
b）遇水膨胀材料与三元乙丙橡胶的复合密封垫（以下简称复合密封垫），用 CS 表示。
4.2 产品标记
弹性密封垫本体上应有永久性标记，标记内容包含：材料代号－规格（宽度×高度）－最不利工况下防水水压－闭合压缩力。
示例 1：宽度为 43mm、高度为 21mm，在张开 10mm、错台 10mm 工况下防水水压 1MPa，闭合压缩力为 60kN/m 的三元乙丙橡胶密封垫标记为：RS－43×21－1MPa（张 10 错 10）－60kN/m。
示例 2：宽度为 44mm、高度为 22mm，在张开 8mm、错台 15mm 工况下防水水压 1.3MPa，闭合压缩力为 65kN/m 的复合密封垫标记为：CS－44×22－1.3MPa（张 8 错 15）－65kN/m。</td><td>的复合密封垫两类，与《盾构隧道工程设计标准》（GB/T 51438-2021）保持一致。同时，相比 GB/T 18173.4-2010，增加了产品标记，明确要求标出最不利工况下防水水压和闭合压缩力。
此外，为涵盖聚醚型聚氨酯材料，本部分统一称呼为遇水膨胀材料，不称呼为遇水膨胀橡胶。</td></tr>
<tr><td>3</td><td>无</td><td>5.1 原材料
弹性密封垫所用三元乙丙橡胶材料不应采用再生橡胶。</td><td>本部分明确要求橡胶材料不应采用再生橡胶，保障原材料质量。</td></tr>
<tr><td>4</td><td>无</td><td>5.3 防水水压和闭合压缩力极限偏差
弹性密封垫的防水水压极限偏差为 ± 0.1MPa，闭合压缩力极限偏差为 ± 5kN/m。</td><td>结合产品标记中防水水压和闭合压缩力，提出相应的极限偏差要求。</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4.3.1 弹性橡胶密封垫成品的物理性能应符合表 2 规定。若成品截面构造不具备切片制样的条件，用硫化胶料标准试样测试。
表 2 弹性橡胶密封垫成品物理性能
<table><tr><th colspan="3" rowspan="2">项 目</th><th colspan="3">指 标</th></tr><tr><th>氯丁橡胶</th><th colspan="2">三元乙丙橡胶</th></tr><tr><td colspan="3">硬度(邵尔 A)/度</td><td>50～60</td><td>Ⅰ型[a]
50～60</td><td>Ⅱ型[b]
60～70</td></tr><tr><td colspan="3">硬度偏差/度</td><td>±5</td><td>±5</td><td>±5</td></tr><tr><td colspan="3">拉伸强度/MPa ≥</td><td>10.5</td><td>9.5</td><td>10</td></tr><tr><td colspan="3">拉断伸长率/% ≥</td><td>350</td><td>350</td><td>330</td></tr><tr><td rowspan="2">压缩永久变形/%</td><td colspan="2">70 ℃×24 h,25% ≤</td><td>30</td><td>25</td><td>25</td></tr><tr><td colspan="2">23 ℃×72 h,25% ≤</td><td>20</td><td>20</td><td>15</td></tr><tr><td rowspan="3">热空气老化
70 ℃×96 h</td><td>硬度变化/度 ≤</td><td></td><td>8</td><td>6</td><td>6</td></tr><tr><td>拉伸强度降低率/% ≤</td><td></td><td>20</td><td>15</td><td>15</td></tr><tr><td>拉断伸长率降低率/% ≤</td><td></td><td>30</td><td>30</td><td>30</td></tr><tr><td colspan="3">防霉等级</td><td>不低于二级</td><td>不低于二级</td><td>不低于二级</td></tr></table>[a] Ⅰ型为无孔密封垫。
[b] Ⅱ型为有孔密封垫。</td><td>5.5.1 橡胶密封垫成品及复合密封垫成品中三元乙丙橡胶材料的物理性能应符合表 2 规定。若复合密封垫成品截面构造不具备切片制样的条件，用硫化胶料标准试样测试。
表 2 弹性密封垫成品中三元乙丙橡胶材料物理性能
<table><tr><th>序号</th><th colspan="2">项目</th><th>技术指标</th></tr><tr><td>1</td><td colspan="2">硬度（邵尔 A） 度</td><td>60～70</td></tr><tr><td>2</td><td colspan="2">硬度偏差 度</td><td>±5</td></tr><tr><td>3</td><td colspan="2">拉伸强度 MPa</td><td>≥ 10</td></tr><tr><td>4</td><td colspan="2">拉断伸长率</td><td>≥ 400%</td></tr><tr><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">压缩永久变形</td><td>70℃×24h,25%</td><td>≤ 15%</td></tr><tr><td>23℃×72h,25%</td><td>≤ 15%</td></tr><tr><td>6</td><td colspan="2">脆性温度 ℃</td><td>≤ －45</td></tr><tr><td rowspan="3">7</td><td rowspan="3">热空气老化（70℃×96h）</td><td>硬度变化（邵尔 A） 度</td><td>≤ 4</td></tr><tr><td>拉伸强度降低率</td><td>≤ 10%</td></tr><tr><td>拉断伸长率降低率</td><td>≤ 20%</td></tr><tr><td rowspan="3">8</td><td rowspan="3">耐碱性（饱和Ca(OH)2溶液，23℃×96h）</td><td>硬度变化（邵尔 A） 度</td><td>≤ 4</td></tr><tr><td>拉伸强度降低率</td><td>≤ 10%</td></tr><tr><td>拉断伸长率降低率</td><td>≤ 20%</td></tr><tr><td>9</td><td colspan="2">臭氧老化[50×10⁻⁸，20%，（40 ±2）℃×48h]</td><td>无裂纹</td></tr><tr><td>10</td><td colspan="2">防霉等级</td><td>不低于二级</td></tr></table></td><td>由于目前铁路盾构隧道中氯丁橡胶密封垫和无孔密封垫应用极少，本部分只对有孔型三元乙丙橡胶密封垫或复合密封垫提出橡胶材料物理性能指标要求。本部分在 GB/T 18173.4-2010 的基础上，提高了拉断伸长率、压缩永久变形和热空气老化技术指标，并参考《铁路隧道防排水材料 第 2 部分：止水带》（TB/T 3360.2-2023）增加了橡胶材料脆性温度、耐碱性、臭氧老化等耐久性指标。
此外，橡胶材料物理性能测试应以成品制样为主，硫化胶料测试仅允许复合密封垫成品不具备切片制样条件时采用，三元乙丙密封垫成品不允许采用硫化胶料测试。</td></tr>
<tr><td>6</td><td>5.1 规格尺寸用游标卡尺(精度为 0.02mm)和钢卷尺(精度为 1mm)测量。</td><td>6.1 尺寸测定
规格尺寸用游标卡尺（精确为 0.02mm）测量。其中，高度与宽度测量取制品上的任意 1 m 作为样品，然后自其两端起在制品表面的对称部位取四点进行测量，取其平均值；其它细部尺寸测量在长度 1m 样品的两端面进行测量，取其平均值。
6.2 防水水压测定
防水水压的测定按 GB/T 18173.4—2010 附录 A 规定的方法进行。采用“一”形耐水压试验装置，取样从密封垫成品取两段 L 型样品，短边不小于 200mm、长边不小于 400mm，再用接角机形成试验所需框型试样。
6.3 闭合压缩力测定
闭合压缩力的测定按 GB/T 18173.4—2010 附录 B 规定的方法进行。</td><td>本部分在 GB/T 18173.4-2010 的基础上，明确了防水水压测定和闭合压缩力测定方法，并参考《铁路隧道防排水材料 第 2 部分：止水带》（TB/T 3360.2-2023）细化了尺寸测定方法。</td></tr>
</table>

7	5.3 硬度测定按 GB/T531.1 一 2008 的规定进行。 5.4 拉伸强度、拉断伸长率测定按 GB/T528 一 1998 的规定进行，采用 I 型哑铃状试样。 5.5 压缩永久变形的测定按 GB/T7759 一 1996 的规定进行，成品测试和半成品胶料测试均采用 B 型试样。 5.6 热空气老化试验按 GB/T3512 一 2001 规定的方法进行。	6.5.1 试样制备 在规格尺寸和外观质量检验合格的制品上裁取试验所需试样，按 GB/T 2941 的规定制备试样，并在标准状态下静置 24 h。 6.5.2 硬度 硬度的测定按 GB/T 39693.4—2025 的规定进行。 6.5.3 拉伸强度、拉断伸长率 拉伸强度、拉断伸长率的测定按 GB/T 528—2009 的规定进行，采用 2 型哑铃试样，拉伸速度(500±50) mm/min，初始标距 20 mm 。 6.5.4 压缩永久变形 压缩永久变形的测定按 GB/T 7759.1—2015 的规定进行，采用 B 型试样，压缩率为 25%。 6.5.5 脆性温度 脆性温度的测定按 GB/T 15256—2014 的规定进行。 6.5.6 热空气老化 热空气老化的试验按 GB/T 3512—2014 的规定进行。 6.5.7 耐碱性 耐碱性的试验按 GB/T 1690—2010 的规定进行，浸泡完成后测试须在 30min 内完成 。 6.5.8 臭氧老化 臭氧老化的试验按 GB/T 7762—2014 的规定进行。	本部分在 GB/T 18173.4-2010 的基础上，增加了试样制备要求以及脆性温度、耐碱性和臭氧老化的试验方法，并参考《铁路隧道防排水材料 第 2 部分：止水带》（TB/T 3360.2-2023）细化了拉伸强度、拉断伸长率和压缩永久变形的试验方法。

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

4 关键指标

4.1 弹性密封垫的分类（4.1）

《高分子防水材料 第 4 部分：盾构法隧道管片用橡胶密封垫》（GB/T 18173.4-2010）将橡胶密封垫划分为弹性橡胶密封垫（含氯丁橡胶密封垫和三元乙丙橡胶密封垫）、遇水膨胀橡胶密封垫及复合密封垫三类。然而，氯丁橡胶密封垫和遇水膨胀橡胶密封垫在盾构隧道工程实践中应用极少，《盾构隧道工程设计标准》（GB/T 51438-2021）亦明确宜采用三元乙丙橡胶类或复合材料。据此，本部分仅规定三元乙丙橡胶密封垫和遇水膨胀材料与三元乙丙橡胶复合密封垫两类，与 GB/T 51438-2021 保持协调一致。

4.2 防水水压和闭合压缩力（3、4.2、5.3、6.2、6.3）

弹性密封垫的防水效果与其闭合压缩力以及最不利工况的防水水压密切关联。GB/T 18173.4-2010 虽提出了密封垫闭合压缩力和防水水压的试验方法，但未将两项指标纳入检验项目。本部分在弹性密封垫标记中规定应标明其闭合压缩力及最不利工况下的防水水压，同时明确两项指标的极限偏差与试验方法，以利于盾构隧道管片接缝弹性密封垫的设计选型及防水性能质量管控。

4.3 三元乙丙橡胶物理性能（5.5.1）

鉴于目前铁路盾构隧道中氯丁橡胶密封垫及无孔密封垫应用极少，本部分仅针对有孔型三元乙丙橡胶密封垫或复合密封垫提出橡胶物理性能指标要求。在 GB/T 18173.4-2010 基础上，本部分提高了拉断伸长率、压缩永久变形及热空气老化等技术指标要求，并参考《铁路隧道防排水材料 第 2 部分：止水带》（TB/T 3360.2-2023），增加了脆性温度、耐碱性、臭氧老化等耐久性指标。

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

无。

标准起草组

2026年9月