

Q/CR

中国国家铁路集团有限公司企业标准

Q/CR 785—2020

高速铁路 CRTS III 型板式无砟轨道 橡胶弹性缓冲垫层

Rubber elastic layer of CRTS III slab track for
high-speed railway

2020-09-18 发布

2020-12-31 实施

中国国家铁路集团有限公司 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 技术要求 1

4 检验方法 3

5 检验规则 3

6 标志、包装、储存和运输 4

附录 A(规范性附录) 弹性垫层静刚度试验方法 5

附录 B(规范性附录) 弹性垫层疲劳试验方法 8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所提出并归口。

本标准主要起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所。

本标准主要起草人：刘伟斌、王梦、王继军、江成、赵勇、杜香刚、刘海涛、尤瑞林、姜子清。

本标准版权归中国国家铁路集团有限公司所有，任何单位和个人未经许可不得复制及转让。

高速铁路 CRTS III型板式无砟轨道橡胶弹性缓冲垫层

1 范围

本标准规定了高速铁路 CRTS III型板式无砟轨道橡胶弹性缓冲垫层的技术要求,检验方法,检验规则,标志、包装、储存和运输。

本标准适用于高速铁路 CRTS III型板式无砟轨道限位结构用橡胶弹性缓冲垫层(简称弹性垫层)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定
- GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分:邵氏硬度计法(邵尔硬度)
- GB/T 1682 硫化橡胶 低温脆性的测定 单试样法
- GB/T 1689 硫化橡胶 耐磨性能的测定(用阿克隆磨耗试验机)
- GB/T 1690 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法
- GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 2941 橡胶物理试验方法试样制备和调节通用程序
- GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验
- GB/T 7759.1 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 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐臭氧龟裂 静态拉伸试验
- GB/T 7764 橡胶鉴定 红外光谱法
- GB/T 9258.1 涂附磨具用磨料 粒度分析 第1部分:粒度组成

3 技术要求

3.1 原材料

弹性垫层主要原材料应采用三元乙丙橡胶,不应采用再生胶。

3.2 外形尺寸

弹性垫层外形尺寸应符合设计规定,其极限偏差要求见表1。

表1 弹性垫层外形尺寸要求 单位为毫米

序 号	检验项目	极限偏差
1	长度	0 ~ +2.0
2	宽度	0 ~ +2.0
3	厚度	0 ~ +1.0

3.3 外观质量

3.3.1 每块弹性垫层表面应洁净平整、修边整齐,不应出现缺角、开裂、剥落及剥离现象,弹性垫层颜色应均匀。

3.3.2 每块弹性垫层两工作面因杂质、气泡、水纹和闷气造成的缺陷总面积不应大于表面面积的 1%,深度不应大于 0.5 mm,每块不应超过 4 处。

3.3.3 毛边不应大于 1 mm。

3.4 物理力学性能

3.4.1 弹性垫层试件应从成品取样,其物理力学性能应符合表 2 的要求。

表 2 弹性垫层物理力学性能要求

序 号	项 目		技术要求
1	邵尔 A 型硬度 Shore A		75 ± 5
2	拉伸强度 MPa		≥ 12
3	拉断伸长率		$\geq 250\%$
4	200% 定伸应力 MPa		≥ 8.5
5	压缩永久变形(B 型试样, $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、24 h、压缩率 25%)		$\leq 30\%$
6	耐碱性能[饱和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、全浸 24 h]体积变化率		$\leq 5\%$
7	阿克隆磨耗 cm^3		≤ 0.6
8	脆性温度 $^{\circ}\text{C}$		≤ -35
9	热空气老化($100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、168 h)	拉伸强度 MPa	≥ 10
		拉断伸长率	$\geq 200\%$
		硬度变化 Shore A	≤ 8
		静刚度变化率	$\leq 10\%$
10	耐臭氧老化性能[臭氧浓度 $(50 \pm 5) \times 10^{-8}$ 、拉伸率 $20\% \pm 2\%$ 、温度 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、暴露时间 48 h]		无龟裂
11	耐水性能($23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、全浸 96 h)	拉伸强度 MPa	≥ 10
		拉断伸长率	$\geq 200\%$
12	试样静刚度 kN/mm		20 ~ 40
13	疲劳性能(300 万次疲劳试验后)	静刚度变化率	$\leq 20\%$
		厚度变化率	$\leq 10\%$
		外观	无异常黏着、碎裂现象

3.4.2 在寒冷地区及严寒地区使用时,弹性垫层低温($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$)静刚度变化率不应大于30%。

4 检验方法

- 4.1 试样制备和调节按照 GB/T 2941 的规定执行。
- 4.2 弹性垫层胶种分析试验按照 GB/T 7764 的规定执行。
- 4.3 外形尺寸测量应在 GB/T 2941 中规定的标准实验室温度下,采用通用量具进行测量。
- 4.4 外观质量采用目视和通用量具检测。
- 4.5 弹性垫层邵尔 A 型硬度测试按照 GB/T 531.1 的规定执行。
- 4.6 拉伸强度、拉断伸长率和 200% 定伸应力测试按照 GB/T 528 的规定执行,采用 1 型试样。
- 4.7 压缩永久变形测试按照 GB/T 7759.1 的规定进行,采用 B 型试样,厚度为弹性垫层原厚。试验条件: $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、24 h、压缩率 25%。
- 4.8 耐碱性体积变化率测试按照 GB/T 1690 的规定执行。试验条件:饱和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液、 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、全浸 24 h。
- 4.9 阿克隆磨耗测试按照 GB/T 1689 的规定执行。
- 4.10 脆性温度测试按照 GB/T 1682 的规定执行。
- 4.11 热空气老化试验按照 GB/T 3512 的规定执行。试验条件: $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、168 h。
- 4.12 耐臭氧老化性能试验按照 GB/T 7762 的规定执行。试验条件:臭氧浓度 $(50 \pm 5) \times 10^{-8}$ 、拉伸率 $20\% \pm 2\%$ 、温度 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、暴露时间 48 h。
- 4.13 耐水性能试验方法按照 GB/T 1690 的规定进行。试验条件: $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、全浸 96 h。
- 4.14 静刚度测试按照附录 A 的规定执行。
- 4.15 低温性能测试按照附录 A 的规定执行。
- 4.16 疲劳性能测试按照附录 B 的规定执行。

5 检验规则

5.1 一般要求

- 5.1.1 弹性垫层生产厂应对弹性垫层的质量进行检验,检验合格后方可出厂。
- 5.1.2 弹性垫层检验分出厂检验和型式检验。

5.2 出厂检验

弹性垫层出厂检验应逐批进行检验,同一配方、同一规格、同一工艺条件下连续生产的弹性垫层每 3 200 块为一批,不足 3 200 块按一批计。抽样方法按 GB/T 2828.1 的规定进行,以不合格数表示批的质量,弹性垫层出厂检验内容为表 3 中检验类别为出厂检验的项目。

5.3 型式检验

有下列情况之一者,应进行型式检验,检验内容为表 3 中规定的所有项目。

- a) 正式投产时;
- b) 材料、配方、工艺等有重大变更时;
- c) 生产每一年时;
- d) 停产 6 个月及以上恢复生产时。

5.4 抽样及判定

5.4.1 弹性垫层检验按一次抽样方案进行,各检验项目的检验水平及接收质量限(AQL)按表3的规定执行。

5.4.2 型式检验所有检验项均满足要求,型式检验判为合格。

5.4.3 出厂检验所有检验项均满足要求,该批弹性垫层出厂检验判为合格。

表3 弹性垫层检验规则

序号	检验项目	抽样方案	检验水平	接收质量限(AQL)	型式检验	出厂检验
1	胶种分析	一次抽样	随机抽取2件样品分别进行试验,试验结果均满足要求则为合格		√	—
2	外形尺寸		I	2.5	√	√
3	外观质量		I	4.0	√	√
4	邵尔A型硬度		S-1	2.5	√	√
5	拉伸强度		S-1	2.5	√	√
6	拉断伸长率		S-1	2.5	√	√
7	200%定伸应力		S-1	2.5	√	√
8	压缩永久变形		S-1	2.5	√	√
9	耐碱性能体积变化率		各项目随机抽取2件样品分别进行试验,试验结果均满足要求则为合格		√	—
10	阿克隆磨耗				√	—
11	脆性温度				√	—
12	热空气老化				√	—
13	耐臭氧老化性能				√	—
14	耐水性能				√	—
15	试样静刚度		S-1	2.5	√	√
16	疲劳性能		各项目随机抽取2件样品分别进行试验,试验结果均满足要求则为合格		√	—
17	低温性能				√	—

6 标志、包装、储存和运输

6.1 弹性垫层应有明显的模压的厂标、制造年份和产品规格标记。

6.2 弹性垫层应采用避光包装,并附出厂检验合格证。每袋(箱)质量不宜大于25 kg。

6.3 弹性垫层的包装物上应有包装标记,包装标记应包括以下内容:产品名称、产品规格、质量、产品标准号、生产日期、批号、检验员章、厂名及厂址等内容。

6.4 弹性垫层应在清洁、通风、不被日光直射、远离热源及化学试剂污染处储存。储存期为1年,在储存期内,弹性垫层各项性能指标不应低于本标准的规定。若储存期超过1年,型式检验各项指标合格后方可出厂。

6.5 弹性垫层在运输过程中不应损坏,不应与油类、有机溶剂等有害于橡胶的化学药品接触,并应防止曝晒。

6.6 弹性垫层在储存、运输和装卸时,不应碰、撞、摔、掷。

附 录 A
(规范性附录)
弹性垫层静刚度试验方法

A.1 符号和定义

F_1 ——向被测弹性垫层试样施加的最小荷载,单位为千牛(kN);
 F_2 ——向被测弹性垫层试样施加的最大荷载,单位为千牛(kN);
 D_1 ——被测弹性垫层试样在加载至 F_1 时的位移,单位为毫米(mm);
 D_2 ——被测弹性垫层试样在加载至 F_2 时的位移,单位为毫米(mm);
 K_{STA} ——静刚度,单位为千牛每毫米(kN/mm)。

A.2 原理

通过试验机向弹性垫层试样(尺寸为 100 mm × 60 mm)施加垂向荷载,测定最大和最小荷载下弹性垫层产生的最大和最小位移。

A.3 试验设备

A.3.1 试验机

能施加至少 30 kN 荷载,精度等级不应低于 1 级的试验机。

A.3.2 加载钢板

长度不小于 150 mm、宽度不小于 80 mm、厚度不小于 40 mm 的平钢板。

A.3.3 支承钢板

长度和宽度不小于被测弹性垫层试样长度和宽度,厚度不小于 25 mm 的平钢板。当试验机工作台的长度或宽度小于支承钢板的长度或宽度时,支承钢板的厚度不小于 40 mm。

A.3.4 砂纸

符合 GB/T 9258.1 粒度为 P 120 的砂纸。

A.3.5 位移传感器

在 23 ℃ 和 -30 ℃ 条件下示值误差 0.01 mm 的位移传感器。

A.3.6 记录设备

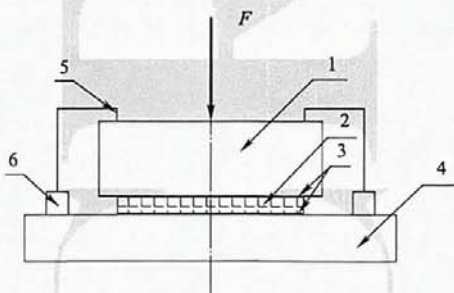
在试验过程中能进行数字记录并画出荷载—位移曲线,采样频率不低于 100 Hz 的记录设备。

A.4 试验步骤

A.4.1 室温(23℃)下静刚度试验

试验步骤如下:

- 实验室环境温度为 $23\text{℃} \pm 3\text{℃}$ 。
- 开始试验前,将被测弹性垫层试样和试验用所有部件和设备在 $23\text{℃} \pm 3\text{℃}$ 的环境中至少静置 24 h。
- 在试验机上依次安装:支承钢板、砂布(有砂粒面朝上)、被测弹性垫层试样(100 mm × 60 mm)、砂布(有砂粒面朝下)、加载钢板。在支承钢板上至少布置 3 个独立位移传感器,测定加载钢板的垂向位移,如图 A.1 所示。



说明:

- 1——加载钢板;
- 2——被测弹性垫层试样;
- 3——砂布;
- 4——支承钢板;
- 5——位移传感器;
- 6——位移传感器底座。

图 A.1 弹性垫层试样静刚度试验示意

- 将位移传感器置零,而后以 $60\text{ kN/min} \pm 10\text{ kN/min}$ 的速度加载至 26 kN,分别记录荷载加至 F_1 (1 kN) 和 F_2 (25 kN) 时加载钢板的位移 D_1 、 D_2 (均为位移传感器平均值),按式 (A.1) 计算弹性垫层试样的静刚度 (K_{STA})。

$$K_{STA} = \frac{F_2 - F_1}{D_2 - D_1} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

- 当任何一个位移传感器测定的 F_2 、 F_1 下位移差与位移传感器测得的 ($D_2 - D_1$) 值相差大于 20% 时,应重复进行试验,使荷载施加到弹性垫层试样的中央。
- 重复上述试验两次,每次卸载后停留 1 min 再继续加载,以第 3 次试验值作为弹性垫层试样的静刚度。
- 当利用试验机自身的位移传感器测定加载钢板的位移时,应消除试验机加载时自身变形引起的系统误差。

A.4.2 低温(−30℃)下静刚度试验

试验步骤如下:

- 实验室环境温度为 $23\text{℃} \pm 3\text{℃}$ 。
- 开始试验前,将被测弹性垫层试样和试验用所有部件和设备在 $23\text{℃} \pm 3\text{℃}$ 的环境中至少静

置 24 h。

- c) 在试验机上按 A.4.1 安放被测弹性垫层试样、试验用所有部件和位移传感器,安放完毕后启动试验机降低被测弹性垫层试样环境温度,降至 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (冷却介质为液氮)时开始计时,16 h 后进行正式试验。
- d) 正式试验的加载方式及静刚度计算方法按 A.4.1 进行。

A.5 试验报告

试验报告至少应包括以下内容:

- a) 被测弹性垫层试样的名称、型号;
- b) 试件来源;
- c) 实验室名称和地址;
- d) 试验方法;
- e) 试验日期;
- f) 试验结果;
- g) 试验人员。

附 录 B
(规范性附录)
弹性垫层疲劳试验方法

B.1 符号和定义

- H_0 ——被测弹性垫层试样疲劳前的厚度,单位为毫米(mm);
 H_1 ——被测弹性垫层试样疲劳后的厚度,单位为毫米(mm);
 K_{s0} ——被测弹性垫层试样疲劳前的静刚度,单位为千牛每毫米(kN/mm);
 K_{s1} ——被测弹性垫层试样疲劳后的静刚度,单位为千牛每毫米(kN/mm);
 δ ——被测弹性垫层试样厚度的变化率,用百分数表示(%);
 ε ——被测弹性垫层试样静刚度的变化率,用百分数表示(%)。

B.2 原理

通过试验机以恒定频率向弹性垫层试样(尺寸为100 mm×60 mm)施加垂向循环荷载,经过 3×10^6 次荷载循环后,测定弹性垫层的永久变形和静刚度变化率。

B.3 试验设备

B.3.1 试验机

能在 $4 \text{ Hz} \pm 1 \text{ Hz}$ 频率下施加至少30 kN荷载,精度等级不应低于1级的试验机。

B.3.2 加载钢板

长度不小于120 mm、宽度不小于80 mm、厚度不小于40 mm的平钢板。

B.3.3 支承钢板

长度和宽度不小于被测弹性垫层试样长度和宽度,厚度不小于25 mm的平钢板。当试验机工作台的长度或宽度小于支承钢板的长度或宽度时,支承钢板的厚度不小于40 mm。

B.3.4 游标卡尺

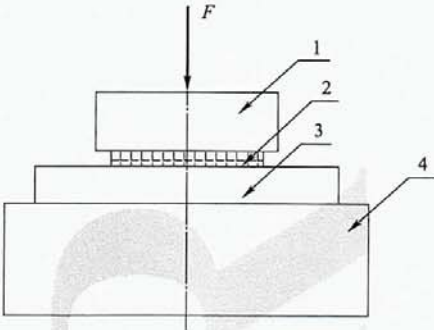
精度为0.02 mm的游标卡尺。

B.4 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 实验室环境温度为 $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 开始试验前,将被测弹性垫层试样和试验用所有部件和设备在 $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境中至少静置24 h。

- c) 试验前,用游标卡尺测量弹性垫层试样(100 mm×60 mm)的原始厚度,每块弹性垫层试样至少测4个点(4边各1个点),并做好标记,取平均值作为弹性垫层试样的原始厚度 H_0 ,按照附录 A 的试验方法进行静刚度测试,测得的静刚度记为疲劳前静刚度 K_{s0} 。
- d) 将支承钢板安放在刚性基础上,然后安放被测弹性垫层试样及加载钢板,如图 B.1 所示。



说明:

- 1——加载钢板;
- 2——被测弹性垫层试样;
- 3——支承钢板;
- 4——刚性基础或试验机承台。

图 B.1 弹性垫层试样疲劳试验示意

- e) 向加载钢板施加 5 kN ~ 25 kN 垂向循环荷载,加载频率 $4\text{ Hz} \pm 1\text{ Hz}$,荷载循环 3×10^6 次。
- f) 3×10^6 次荷载循环后,将被测弹性垫层试样取出。在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境中静置 24 h。
- g) 在疲劳前原测量位置测量被测弹性垫层试样的厚度,取平均值作为疲劳后被弹性垫层试样的厚度 H_1 ,按式(B.1)计算疲劳后其厚度变化率 δ 。

$$\delta = \frac{|H_1 - H_0|}{H_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

- h) 按照附录 A 的试验方法进行静刚度测试,测得的静刚度记为疲劳后刚度 K_{s1} 。按式(B.2)计算疲劳后其刚度变化率 ε 。

$$\varepsilon = \frac{K_{s1} - K_{s0}}{K_{s0}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

B.5 试验报告

试验报告至少应包括以下内容:

- a) 被测弹性垫层试样的名称、型号;
- b) 试样来源;
- c) 实验室名称和地址;
- d) 试验方法;
- e) 试验日期;
- f) 试验结果;
- g) 试验人员。

中国国家铁路集团有限公司
企 业 标 准
高速铁路 CRTS III 型板式无砟轨道
橡胶弹性缓冲垫层
Rubber elastic layer of CRTS III slab track for
high-speed railway
Q/CR 785—2020

*

中国铁道出版社有限公司出版
(100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)
北京建宏印刷有限公司印刷
版权专有 侵权必究

*

开本: 880 mm×1 230 mm 1/16 印张: 1 字数: 19 千字
2020 年 12 月第 1 版 2020 年 12 月第 1 次印刷

*

统一书号: 15113·6124 (内部用书)