

团 体 标 准

T/CECS ××××-2025

装配式梳齿板伸缩装置

Prefabricated comb-plate expansion joint

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国工程建设标准化协会 发布

目 次

目 次.....	II
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	2
4 分类、结构形式、型号和规格	2
5 通用要求	6
6 要求	6
7 试验方法	9
8 检验规则	10
9 标志、包装、运输、储存和随行文件	12
10 维护	12
附录 A（规范性）伸缩装置整体疲劳试验方法.....	15

前 言

《装配式梳齿板伸缩装置》(以下简称“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》和 GB/T 20001.10—2014《标准编写规则 第 10 部分: 产品标准》给出的规则起草。

本文件是按中国工程建设标准化协会《关于印发〈2024 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2024〕15 号)的要求制定。

本文件的某些内容可能直接或间接涉及专利,本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国工程建设标准化协会提出。

本文件由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口。

本文件起草单位:上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司、四川双建路桥机械有限责任公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、上海沪申高速公路建设发展有限公司、四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、四川省交通勘察设计院有限公司、西安高铁东城建设发展有限公司、中建丝路建设投资有限公司、中国市政工程华北设计研究总院有限公司、湖北省交通规划设计院股份有限公司、广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司、湖南省交通规划勘察设计院有限公司、中国建筑第六工程局有限公司、四川路桥高速公路养护有限公司。

本文件主要起草人:

本文件主要审查人:

引 言

本标准的发布机构对于《一种防松动伸缩装置及施工方法 ZL202210748614.2》相关专利的真实性、有效性和范围无任何立场。该专利持有人已向本标准的发布机构保证，愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本标准的发布机构备案。专利持有人的信息如下：

持有人姓名：四川双建路桥机械有限责任公司

地址：四川双建路桥机械有限责任公司（四川省成都市新津工业园区 A 区儒林路 529 号，邮政编码：610000，邮箱：21099010@qq.com）

请注意除上述专利外，本标准的某些内容仍可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

桥梁装配式梳齿板伸缩装置

1 范围

本标准规定了桥梁装配式梳齿板伸缩装置的结构形式、规格和型号、技术要求、试验方法、检验规则，以及标志、包装、运输和储存等要求。

本标准适用于伸缩量不大于 480mm 的桥梁装配式梳齿板伸缩装置的生产、检验和使用。

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 193	普通螺纹 直径与螺距系列
GB/T 228.1	金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法
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 699	优质碳素结构钢
GB/T 700	碳素结构钢
GB/T 702	热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 706	热轧型钢
GB 912	碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带
GB/T 1184	形状和位置公差 未注公差值
GB/T 1228	钢结构用高强度大六角头螺栓
GB/T 1231	钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角母、垫圈技术条件
GB 1499.1	钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋
GB 1499.2	钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋
GB/T 1591	低合金高强度结构钢
GB/T 1670	增塑剂热稳定性试验
GB/T 1682	硫化橡胶 低温脆性的测定 单试样法
GB/T 1804	一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
GB/T 3077	合金结构钢

GB/T 3274	碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
GB/T 3280	不锈钢冷轧钢板和钢带
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 4171	耐候结构钢
GB/T 5210	色漆和清漆拉开法附着力试验
GB/T 6031	硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定（10 IRHD～100 IRHD）
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 17671	水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）
GB/T 18173.2	高分子防水材料 第二部分 止水带
JB/T 6402	大型低合金钢铸件 技术条件
JT/T 327	公路桥梁伸缩装置通用技术条件
JT/T 722	公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件
JTG D60	公路桥涵设计通用规范
JTG D64	公路钢结构桥梁设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

装配式梳齿板伸缩装置 Prefabricated comb expansion and contraction installation

环形锚筋焊接于锐角止口基座上并与桥梁结构连接为一个整体,梳齿板齿缝成对交错布置于锐角止口基座上的梳齿板伸缩装置。

3.2

锐角止口基座 Sharp angle stop base

具备锐角 T 型结构并拥有锚固系统的支撑件。

4 分类、结构形式、型号和规格

4.1 分类

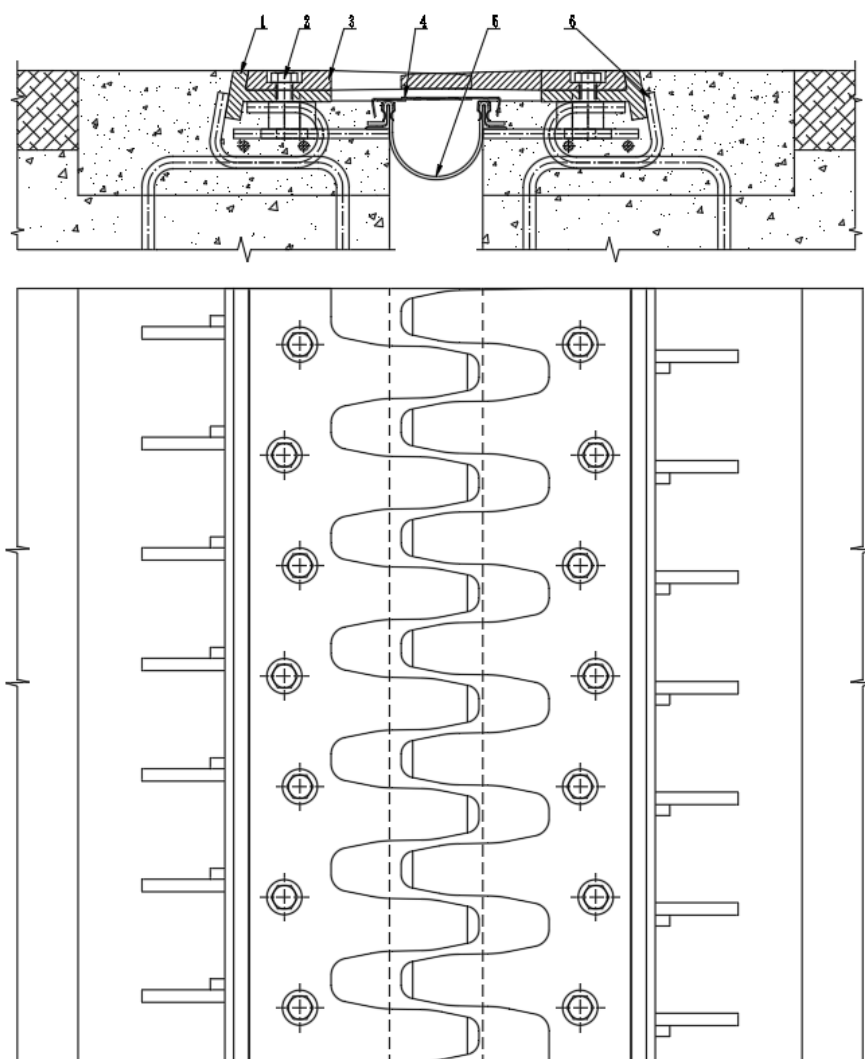
装配式梳齿板伸缩装置（以下简称“伸缩装置”）按伸缩装置与油面铺装先后施工顺序分为：

- a) HBF (I) 型伸缩装置—伸缩装置在桥梁油面铺装后安装，代号 HBF (I)；
- b) HBF (II) 型伸缩装置—伸缩装置在桥梁油面铺装前安装，代号 HBF (II)。

4.2 结构形式

4.2.1 HBF (I) 型伸缩装置

HBF (I) 型伸缩装置由梳齿板、锐角止口基座、锚固螺栓、防水橡胶条、不锈钢板、锚筋等部件组成，结构示意图见图 1。



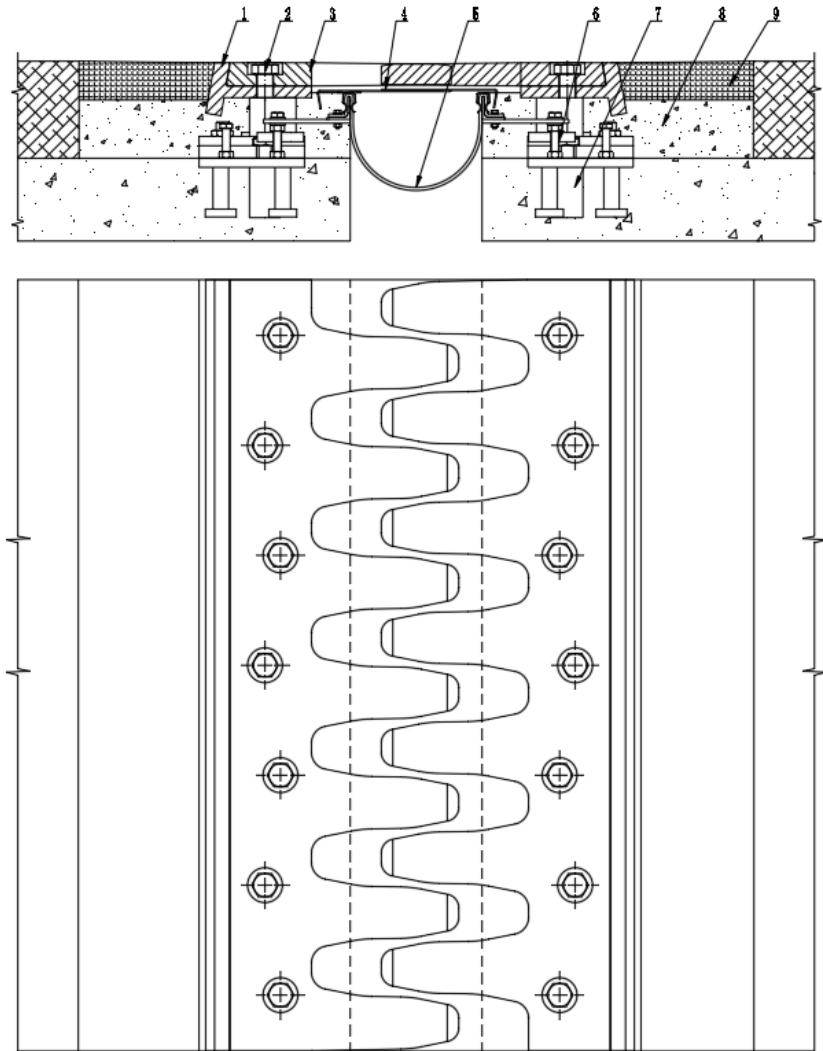
说明：

- | | | |
|-----------|----------|--------|
| 1—锐角止口基座； | 2—锚固螺栓； | 3—梳齿板； |
| 4—不锈钢板； | 5—防水橡胶条； | 6—锚筋。 |

图 1 HBF (I) 型伸缩装置结构示意图

4.2.2 HBF（II）型伸缩装置

HBF（II）型伸缩装置由梳齿板、锐角止口基座、锚固螺栓、防水橡胶条、不锈钢板、预埋组件、调节装置、高强混凝土、树脂混凝土等部件组成，结构示意图见图2。



说明：

- | | | |
|-----------|----------|----------|
| 1—锐角止口基座； | 2—锚固螺栓； | 3—梳齿板； |
| 4—不锈钢板； | 5—防水橡胶条； | 6—调节装置； |
| 7—预埋组件； | 8—高强混凝土； | 9—树脂混凝土。 |

图2 HBF（II）型伸缩装置结构示意图

4.3 规格

4.3.1 HBF（I）型伸缩装置伸缩量分为：80，120，160，240，320，400，480mm。

4.3.2 HBF（II）型伸缩装置伸缩量分为：80，120，160，240，320，400，480mm。

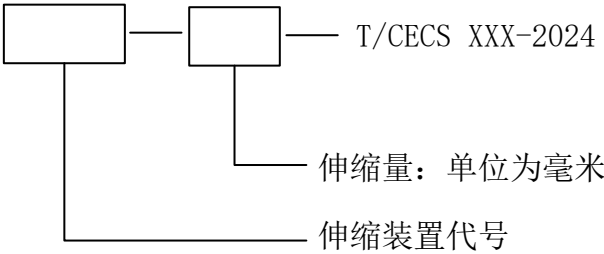
表 1 伸缩装置规格

规格	伸缩量 (F) mm	预留槽宽度 (A) mm	预留槽深度 (B) mm
HBF (I) 80 HBF (II) 80	80	350	160
HBF (I) 120 HBF (II) 120	120	400	160
HBF (I) 160 HBF (II) 160	160	400	160
HBF (I) 240 HBF (II) 240	240	450	180
HBF (I) 320 HBF (II) 320	320	500	200
HBF (I) 400 HBF (II) 400	400	550	200
HBF (I) 480 HBF (II) 480	480	600	200

4.4 型号与示例

4.4.1 型号

伸缩装置型号表示方法如下：



4.4.2 示例

示例 1：

伸缩量为 160mm 的 HBF (I) 型伸缩装置，表示为：HBF (I) 160。

示例 2：

伸缩量为 80mm 的 HBF (II) 型伸缩装置，表示为：HBF (II) 80。

4.5 标记

标记应满足下列要求：

- a) 标记宜采用信息化管理，运用二维码制作“伸缩装置标识卡”，将伸缩装置的类型、序列号、出厂编、伸缩量、制造厂的名称、企业商标等信息生成电子表单并附有合格证、检验报告、出厂检验取样照片等内容。
- b) 标志宜显示在伸缩装置不影响安装和使用的位置。
- c) 标志应具有永久性，宜采用铝标牌，文字宜采用雕刻或打钢印方式制作。
- d) 标志宜方便辨认，字母的高度和宽度宜大于 5mm。

5 通用要求

5.1 性能要求

5.1.1 伸缩装置应适应、满足桥梁纵、横、竖三向变形要求，伸缩装置变形性能应符合表 2 的要求。当桥梁变形使伸缩装置产生显著的横向错位和竖向错位时，宜通过专题研究确定伸缩装置的平面转角要求和竖向转角要求，并进行变形性能检测。

表 2 伸缩装置变形性能要求

序号	项目	要求
1	拉伸、压缩时最大竖向变形偏差（mm）	≤1.0
2	拉伸、压缩时最大水平摩阻力（kN/m）	≤5.0

5.1.2 伸缩装置应设置可靠的防水、排水系统，防水性能应满足注满水 24h 无渗漏的要求。

5.2 使用要求

- 5.2.1 在车辆轮载作用下，伸缩装置各部件应安全、可靠，应符合 JT/T 327 车辆在荷载作用下的极限状态规定。结构设计应便于施工，易于更换。
- 5.2.2 在正常设计、生产、安装、运营养护条件下，伸缩装置设计使用年限不应低于 20 年。当公路桥梁处于重要路段或伸缩装置结构特殊时，伸缩装置设计使用年限宜适当提高。

6 要求

6.1 外观

- 6.1.1 伸缩装置外观应光洁、平整，无裂纹、机械损伤、毛刺、锈蚀，表面不应有大于 0.3mm 的凹坑、麻点、结疤、气泡和夹渣。
- 6.1.2 防水胶条应光滑，表面不应有明疤、缺胶、气泡、杂质发脆、裂纹等缺陷。
- 6.1.3 涂装表面应平整，不应有脱落、流痕、褶皱等现象。

6.2 一般要求

6.2.1 钢构件尺寸偏差应符合设计要求。未注公差尺寸的钢构件，其极限偏差值应符合 GB/T 1804 中 V 级的规定；未注形状和位置的公差值应符合 GB/T 1184 中 L 级的规定。

6.2.2 梳齿板沿长度方向平面度允许偏差应小于 1.0mm/m，全长平面度允许偏差应小于 5mm/10m，扭曲度不大于 1/1000。

6.2.3 装配公差应符合表 3 的要求。

表 3 伸缩装置装配公差要求

单位为毫米

序号	项目		公差要求
1	伸缩范围内任一位置，同一断面处两边齿板高差		≤ 1.0
2	最大压缩量时	纵向间隙	≥ 15
		横向间隙	≥ 5
3	最大拉伸量时齿板搭接长度		≥ 10

6.2.4 涂装体系按所处环境类别、设计使用年限选用。涂装表面处理、涂装要求及涂层质量应符合 JT/T 722 的规定。

6.2.5 防水橡胶条尺寸公差应符合 GB/T 3672.1 中 E2 级的规定。

6.3 整体性能

6.3.1 承载性能

整体性能应符合表 2 的要求。

6.3.2 疲劳性能

伸缩装置经 2×10^6 次疲劳试验，结构完好，混凝土结构不发生破坏。

6.4 材料

6.4.1 钢材

采用的钢材性能应满足表 4 的要求。当桥梁结构处于氯化物环境时，伸缩装置宜采用 Q355NHD、Q235NHE 级钢和 Q355NHD、Q355NHE 级钢，其力学性能和质量要求应符合 GB/T 4171 的规定。

表 4 伸缩装置钢材性能要求

钢材类别	性能要求		
梳齿板钢板	$T_s > 0^\circ\text{C}$	Q355B	符合 GB/T 1591 的规定

	$-20^{\circ}\text{C}<T_s\leq 0^{\circ}\text{C}$	Q355C	
	$T_s\leq -20^{\circ}\text{C}$	Q355D	
钢板、圆钢、方钢、 角钢	$T_s>0^{\circ}\text{C}$	Q235A、Q235B	符合 GB/T 702、GB/T 706、 GB 912、GB/T 3274 的规定
	$-20^{\circ}\text{C}<T_s\leq 0^{\circ}\text{C}$	Q235C	
	$T_s\leq -20^{\circ}\text{C}$	Q235D	
锐角止口基座	ZG40Mn2		符合 JB/T 6402 的规定
锚筋	HPB300、HRB400		符合 GB 1499.1、GB 1499.2 的规定
普通螺栓	符合 GB/T 193 的规定		
高强度螺栓	符合 GB/T 1228、GB/T 1231 的规定		
不锈钢板	符合 GB/T 3280 的规定		
注：T _s 为最低日平均温度值。			

6.4.2 防水橡胶条

防水橡胶条采用天然橡胶、氯丁橡胶或三元乙丙橡胶，其物理机械性能应符合表 5 的要求。

表 5 橡胶密封带物理机械性能要求

项目		氯丁橡胶（适用于 -25℃~60℃地区）	天然橡胶（适用于 -40℃~60℃地区）	三元乙丙橡胶（适 用于-40℃~60℃地 区）
硬度 IRHD		55±5	55±5	55±5
拉伸强度 MPa		≥15	≥16	≥14
拉断伸长率 %		≥400	≥400	≥350
脆性温度 °C		≤-40	≤-50	≤-60
恒定压缩永久变形（室温×24h） %		0~20	0~20	0~20
耐臭氧老化（试验条件，20%伸长，40℃×96h）		臭氧浓度 50×10^{-8} 无龟裂	臭氧浓度 25×10^{-8} 无龟裂	臭氧浓度 50×10^{-8} 无龟裂
热空气老化试验（与 未老化前数值相比发 生最大变化）	试验条件（°C×h）	70℃×96h	70℃×96h	70℃×96h
	拉伸强度变化率 %	-15~+15	-15~+15	-10~+10
	拉断伸长率 %	-25~+25	-25~+25	-20~+20
	硬度变化 IRHD	0~+10	-5~+10	0~+10
耐盐水性 （23℃×14d，浓度 4%）	体积变化 %	0~+10	0~+10	0~+10
	硬度变化 IRHD	0~+10	0~+10	0~+10
耐油污性 （1号标准油， 23℃×168h）	体积变化 %	-5~+10	0~+45	0~+45
	硬度变化 IRHD	-10~+5	-25~0	-25~0

6.4.3 混凝土

混凝土应具备早强、高韧性。伸缩装置锚固区混凝土的高强混凝土和树脂混凝土主要性能指标应符合表 6 的要求。

表 6 锚固区混凝土主要性能指标

序号	检测项目		性能指标
1	截锥流动度 (mm)	初始值	≥340
		30min	≥310
2	竖向膨胀率 (%)	3h	0.1~3.5
		24h 与 3h 的膨胀值之差	0.02~0.50
3	抗压强度 (MPa)	2h	20
		3d	40
		28d	60
4	抗折强度 (MPa)	2h	5
		3d	7
		28d	10
5	泌水率 (%)		0
6	氯离子含量 (%)		<0.1

7 试验方法

7.1 外观

伸缩装置外观采用目测方法和相应精度量具逐件进行检测。

7.2 一般要求

7.2.1 尺寸偏差应采用规定的钢直尺、游标卡尺、平整度仪、水准仪等测量，每 2m 取其断面测量后，按平均值取用。

7.2.2 涂装性能试验方法应按 JT/T 722 的规定进行。涂层厚度检测采用干膜测厚仪，涂层附着力检测采用拉开法，应符合 CB/T 5210 的规定。

7.3 性能试验

7.3.1 试样

伸缩装置的整体性能试验宜采用实体伸缩装置进行试验，若受试验设备限制，采用实体伸缩装置试验有困难时，可按长度不小于 4m 取样或一个单元进行试验。

7.3.2 承载性能试验按 JT/T 327 的规定进行。

7.3.3 变形性能试验按 JT/T 327 的规定进行。

7.3.4 防水性能试验按 JT/T 327 的规定进行。

7.3.5 整体疲劳性能试验方法见附录 A。

7.4 材料

7.4.1 钢材

伸缩装置用钢材试验方法应按表 7 的要求进行。

表 7 钢材性能试验要求

钢材类别	试验要求
梳齿板钢板	符合 GB/T 699、GB/T 700、GB/T 1591 的规定
其他钢板、圆钢、方钢、角钢	符合 GB/T 702、GB/T 706、GB 912、GB/T 3274 的规定
锐角止口基座	符合 JB/T 6402 的规定
锚筋	符合 GB 1499.1、或 GB 1499.2 的规定
不锈钢板	符合 GB/T 3280 的规定
普通螺栓	符合 GB/T 193 的规定
高强度螺栓	符合 GB/T 1228、GB/T 1231 的规定

7.4.2 橡胶

橡胶试验方法应按表 8 的要求进行。

表 8 橡胶性能试验要求

检验项目	试验要求
硬度	GB/T 6031
拉伸性能	GB/T 528
耐水性能、耐油性能	GB/T 1670
热空气老化	GB/T 3512
脆性	GB/T 1682
抗臭氧老化	GB/T 7762

7.4.3 混凝土

7.4.3.1 混凝土的截锥流动度和竖向膨胀率应按 GB/T 50448 的规定进行。

7.4.3.2 混凝土的抗折强度和抗压强度应按 GB/T 17671 规定的方法进行测定。

7.4.3.3 混凝土的泌水率和氯离子含量应按 GB/T 50448 的规定进行。

8 检验规则

8.1 组批与抽样

8.1.1 组批

伸缩装置检验组批可由一个生产批组成。

8.1.2 抽样

型式检验从该批正常生产中随机抽取 1~2 件样品，出厂检验从每批成品中随机抽取 2~3 件样品。

8.2 检验分类

8.2.1 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、材料工艺有改变，影响产品性能时；
- c) 正常生产时，定期每两年进行一次检验；
- d) 产品停产两年后，恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构或用户提出进行型式检验的要求时。

8.2.2 出厂检验

伸缩装置每批产品交货前应进行出厂检验，出厂检验应由工厂质检部门进行，确认合格后方可出厂。

8.3 检验项目

伸缩装置型式检验和出厂检验项目应符合表 9 的要求。

表 9 伸缩装置型式检验和出厂检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
1	外观	5.1	6.1	+	+
2	整体性能	5.2.1	6.2.2	+	-
		5.2.2	6.2.3	+	-
		5.2.3	6.2.4	+	-
		5.2.4	6.2.5	+	-
3	材料	5.3.1	6.3.1	+	-
		5.3.2	6.3.2	+	-
4	装配	5.4.3	6.4.1	+	+
5	表面处理	5.4.4	6.4.2	+	+
注：“+”为检验项目，“-”为非检验项目。					

8.4 判定规则

8.4.1 型式检验应由第三方进行检验。型式检验项目全部合格，则该批产品为合格。若检验项目有一项不合格，则应从该批产品中随机抽取双倍试样进行复检，若仍有一项不合格，则判定该批产品不合格。

8.4.2 出厂检验时，若检验项目有一项不合格，则应从该批产品中随机抽取双倍试样进行复检，若仍有一项不合格，则判定该批产品不合格。

9 标志、包装、运输、储存和随行文件

9.1 标志

伸缩装置应有永久性明显标志，其内容包括永久性商标、生产厂名、批号、生产日期和检验员代号。

9.2 包装

伸缩装置应根据分类、规格及货运重量规定包装，可采用不同的包装方式。不论采用何种包装方式，都应捆扎包装平整、牢固可靠。包装应注明产品名称、规格、体积、重量等，如有特殊要求，可由厂方与用户协商确定。

9.3 运输和储存

9.3.1 在产品运输中，应避免阳光直接暴晒、雨淋雪浸，并应保持清洁；注意轻吊、轻放，防止碰撞或受力变形；不应与其他有害物质相接触，注意防火。

9.3.2 储存产品的库房应干燥通风，产品应离热源 2m 以上，不与地面直接接触，伸缩装置应存放整齐、保持清洁，严禁与酸、碱、油类、有机溶剂等相接触，不应露天堆放。

9.4 随行文件

随行文件应含有产品质量合格证明文件和性能检验报告，并附有安装使用注意事项及说明书、伸缩装置维护及零部件更换修复说明书，技术文件应用塑料薄膜装袋封口，以免受潮影响使用。

10 维护

10.1 一般要求

10.1.1 伸缩缝隙内的垃圾尘土应及时清理。

10.1.2 橡胶止水带等防水密封系统，破损出现渗水、漏水现象应及时维修、修补或局部更换。

10.1.3 伸缩装置锚固区混凝土开裂破损应及时修复。

10.2 定期维护

伸缩装置在使用期间应定期对伸缩装置进行维护，可按下表 10 推荐的项目和频率进行维护，频率

应根据重要程度适当调整。

表 10 伸缩装置定期维护项目要求与频率

序号	项目	备注	频率
1	清理底部排水系统	该项目实际操作很困难，如果条件允许可进行。用水冲洗底部排水系统，排出积累的灰尘等	每年一次
2	清理齿间杂物	齿间所有的灰尘、杂草等均应清理干净，以免影响伸缩装置位移	每年两次
3	油漆防护	检查伸缩装置油漆有无脱落，如有应采用冷喷锌进行修补	每两年一次
4	止水胶条检查	检查以下项目： 1.是否有开裂； 2.是否有脱落； 3.表观老化程度； 4.其它可观测项目	每年两次
5	混凝土检查	混凝土是否有开裂（特别是梳齿板交界处），底部是否有空洞	每年两次

10.3 专项检查

伸缩装置在使用期间应定期对伸缩装置进行专项检查，可按表 11 的检测方法进行检查。

表 11 伸缩装置定期专项检查项目推荐检测方法

序号	项目	检查方法
1	受力状况	观察车辆通过时梳齿板的竖向变形，听车辆通过时的声音。如竖向变形大、发出金属敲击声，则可能受力状况不好。
2	位移状况	主要检查齿间的垃圾堆积情况，大的硬质垃圾可能阻碍伸缩装置的正常位移。
3	行驶性能	表观伸缩装置及周边混凝土，看伸缩装置是否有翘齿、沉陷等，混凝土是否有开裂、坑洼等。
4	防水性能	表观止水胶条，看是否有裂纹、脱落等缺陷。从底部观察是否有漏水。

10.4 易损零部件更换修复方法与技术要求

10.4.1 梳齿板更换。对损坏的梳齿板逐个松开锚固螺栓，取出损坏梳齿板，更换新的梳齿板。锚固螺栓损坏或脱落的应更换和补全拧紧。

10.4.2 止水装置更换。止水装置位于梳齿板下面，逐个松开锚固螺栓，取出梳齿板与不锈钢板，拆除损坏的止水装置，并更换新的止水装置。更换后不应有积水现象。

10.4.3 零部件更换原则上应由生产厂家专业人员更换。严禁非专业人员更换。

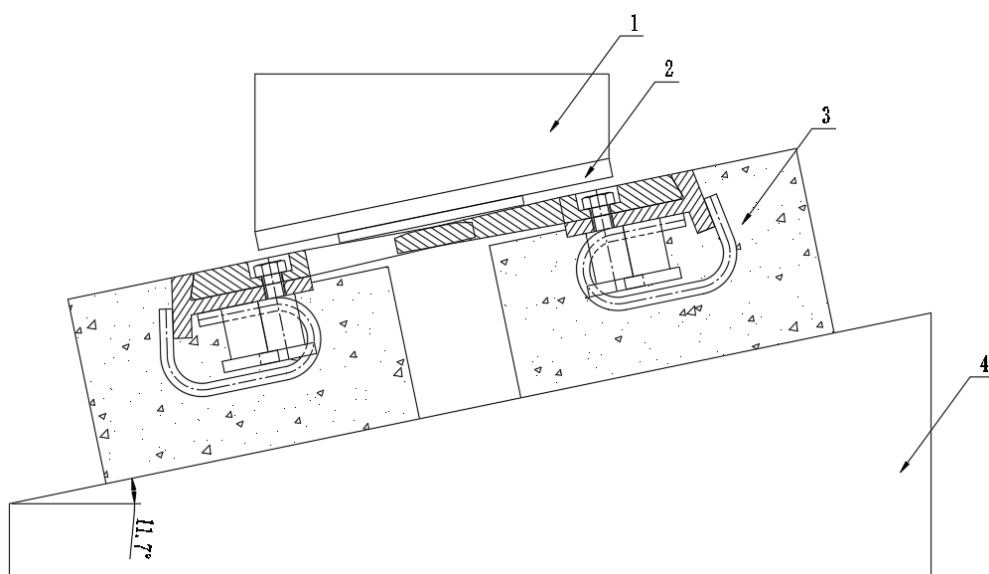
附录 A

(规范性)

伸缩装置整体疲劳试验方法

A.1 试验装置

整体疲劳试验性能试验装置示意图见图 A.1。



说明：

1—加载座；2—荷载分配板；

3—装配式梳齿板伸缩装置（含提前浇筑的混凝土）；4—底座

图 A.1 伸缩装置疲劳试验装置示意图

A.2 试验要求和步骤

A.2.1 试验要求

疲劳试验要求如下：

- a) 荷载加载面积为轮胎实际作用面积 $200\text{mm} \times 600\text{mm}$ ，加载位置为搭接齿板的中心位置；
- b) 伸缩装置疲劳试验加载参数见表 A.1。

表 A.1 伸缩装置疲劳试验加载参数

名称	最大荷载 (kN)	最小荷载 (kN)	荷载幅值 (kN)	荷载频率 (Hz)	疲劳次数
加载值	103.5	10.35	46.575	10	$\geq 2 \times 10^6$

A.2.2 试验步骤

疲劳试验按下列步骤进行：

a) 实验前将伸缩装置处于 60%的开启状态^[3]，并保证伸缩装置和试验工装在整个试验过程中不产生偏斜和滑移；

b) 在伸缩装置载荷作用位置匀速加载至最大载荷的 10%作为初始预压力，然后按设计荷载进行疲劳试验预加载，预加载时间不小于 10min，在预加载过程中，实时对各应变片、位移计的读数进行记录，检查各级荷载下的示数，且不应出现伸缩装置及工装偏斜或滑移等失效情况；

c) 预加载完成后，进行正式加载，按表 1 的参数进行加载，频率及加载值利用电液伺服疲劳试验系统控制，每 40000 次作为一个数量级，分 50 次加载完成，拍照记录伸缩装置受损情况；

d) 试验完成后，观察伸缩装置疲劳受损情况，并对伸缩装置进行拆卸，检测伸缩装置各构件受损情况，并进行记录。

A.3 试验报告

试验报告包括以下内容：

a) 试验概况：实验设备、试验荷载、循环加载次数、加载频率、试验温度及试样伸缩装置型号；

b) 试验过程有无异常情况，如有异常，描述异常发生的过程；

c) 试验及安装过程的照片等附件。