

团 体 标 准

T/GDCTA XXXXX-2024

公路桥梁加强型模数式伸缩装置技术规范

Technical specification for reinforced modular expansion and
contraction installation for highway bridges

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

广东省交通运输协会

发布

目 录

前言 1

1 范围 2

2 规范性引用文件 2

3 术语、定义和符号 3

 3.1 术语和定义 3

 3.2 符号 5

4 分类、型号、规格与结构形式 5

 4.1 分类 5

 4.2 型号 5

 4.3 规格 6

 4.4 结构形式 6

5 伸缩装置技术要求 8

 5.1 一般要求 8

 5.2 外观 8

 5.3 材料 8

 5.4 性能 10

 5.5 工艺 12

6 试验方法 14

 6.1 一般要求 14

 6.2 外观 14

 6.3 材料 14

 6.4 性能 15

 6.5 工艺 15

7 检验规则 16

 7.1 检验分类 16

 7.2 检验项目 16

 7.3 判定规则 17

8 标志、包装、运输与储存 17

 8.1 标志 17

 8.2 包装 17

 8.3 运输 17

 8.4 储存 17

9 结构设计与选型 17

 9.1 结构设计原则 17

 9.2 结构计算 18

 9.3 伸缩量计算与选型 20

10 新建项目施工质量控制、质量检验与验收 22

 10.1 施工前准备 22

 10.2 施工质量控制要求 23

 10.3 质量检验与验收要求 24

11 运营期检查与评定 25

 11.1 一般规定 25

 11.2 例行检查 25

11.3 专项检查与评定 26

12 养护、维修与更换 31

12.1 一般规定 31

12.2 维修要求 31

12.3 更换设计要求 32

12.4 更换施工要求 32

12.5 更换后的质量验收要求 33

附录 A 35

附录 B 36

附录 C 38

附录 D 39

附录 E 40

附录 F 41

附录 G 42

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》和 GB/T 20001.5-2017《标准编写规则 第5部分：规范标准》的规则起草。

本文件按广东省交通运输协会文件《关于征集2024年度团体标准申报立项》的通知（粤交协〔2024〕13号）的要求制定。

请注意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。

本文件由广东省公路建设有限公司提出并负责日常解释工作。

本文件由广东省交通运输协会归口管理。

本文件负责起草单位：广东省公路建设有限公司。

本文件参加起草单位：广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司，广东交科检测有限公司、聚嘉建设集团有限公司、河北祥利交通装备科技有限公司。

本文件主要起草人：XXX

本文件主要审查人：XXX

公路桥梁加强型模数式伸缩装置技术规范

1 范围

本规范规定了公路桥梁加强型模数式伸缩装置的分类、型号、规格与结构形式，技术要求，设计与选型，试验方法，检验规则，标志、包装、运输与储存，施工质量控制、质量检验与验收要求，检查与评定，养护维修与更换，减振与降噪要求等。

本规范适用于伸缩量为 40 mm ~ 640 mm 的公路桥梁工程使用的模数式伸缩装置。

条文说明

模数式伸缩装置是一种性能优良的伸缩装置，应用比较广泛。多缝模数式伸缩装置常见的结构型式有直梁式、格栅式和斜梁式。本规范条文主要针对公路桥梁单缝和多缝直梁式加强型模数式伸缩装置。格栅式和斜梁式加强型模数式伸缩装置可参考相关条文的规定。

《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》（JT/T 327-2016）规定单缝模数式伸缩装置的最小伸缩量为 20 mm，鉴于当前公路桥梁跨径有所增加，并且常采用桥面连续或结构连续体系，20 mm 伸缩量基本无应用场景，因此将最小伸缩量调整为 40 mm。本规范规定的最大伸缩量为 640 mm，伸缩量大于 640 mm 时，本规范的部分条文不再适用。

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 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	热轧圆钢和方钢尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 706	热轧型钢
GB/T 912	碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板及钢带
GB/T 1184	形状和位置公差未注公差值
GB/T 1222	弹簧钢
GB/T 1228	钢结构用高强度大六角头螺栓
GB/T 1229	钢结构用高强度大六角螺母
GB 1495	汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法
GB/T 1499.1	钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋
GB/T 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 1690	硫化橡胶耐液体试验方法
GB/T 1688	硫化橡胶 伸张疲劳的测定
GB/T 1804	一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
GB 3096	声环境质量标准
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 3323.1	焊缝无损检测 射线检测 第1部分：X和伽玛射线的胶片技术
GB/T 3323.2	焊缝无损检测 射线检测 第2部分：使用数字化探测器的X和伽玛射线技术
GB/T 3672.1	橡胶制品公差 第1部分 尺寸公差

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
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 11345	焊缝无损检测-超声检测-技术、检测等级和评定
GB/T 15256	硫化橡胶或热塑性橡胶低温脆性的测定（多试样法）
GB/T 23934	热卷圆柱螺旋压缩弹簧技术条件
GB/T 42279	硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验
GB/T 42918.2	塑料 模塑和挤出用热塑性聚氨酯 第2部分：试样制备和性能测定
JT/T 4	公路桥梁板式橡胶支座
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
JT/T 1269	公路桥梁板式橡胶伸缩装置
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
JTG F80/1	公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
JTG F90	公路工程施工安全技术规范
JTG H30	公路养护安全作业规程
JTG 3362	公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
JTG 5210	公路技术状况评定标准
JTG 5220	公路养护工程质量检验评定标准
JTG/T 522	公路桥梁加固设计规范
JTG/T H21	公路桥梁技术状况评定标准
JB/T 5945	工程机械 装配通用技术条件

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

3.1.1

伸缩缝 expansion and contraction joint

为适应桥梁结构变形的需要，在上部结构中设置的间隙。

3.1.2

公路桥梁伸缩装置 expansion and contraction installation for highway bridge

为使车辆平稳通过桥面并满足桥梁上部结构变形的需要，在桥梁伸缩缝处设置的各种装置的总称。

3.1.3

加强型模数式伸缩装置 reinforced modular expansion and contraction installation

对型钢、支撑系统、位移系统、锚固系统、止水结构等部件进行整体加强的模数式伸缩装置。

3.1.4

弹性支承元件 elastic bearing element

伸缩装置中承压支座、压紧支座的统称。

3.1.5

承压支座 pressure bearing

将竖向荷载从中梁传递到支承横梁或将竖向荷载从支承横梁传递到梁体的过渡弹性支承元件。

3.1.6

压紧支座 **compression bearing**

通过支承横梁施加预紧力，使中梁与支承横梁或支承横梁与位移箱紧密连接的弹性元件。

3.1.7

位移控制元件 **displacement control element**

通过钢铰链和复位弹簧组件实现位移控制的元件。

3.1.8

复位弹簧 **resetting spring**

设置于伸缩装置上具有一定刚度的、可使伸缩装置良好复位的弹簧结构。

3.1.9

钢铰链 **steel hinge**

设置于伸缩装置的各纵梁间，可阻止各纵梁间发生过大纵向变位的铰链结构。

3.1.10

伸缩装置相邻锚固区结构 **Adjacent anchoring structures of expansion and contraction installation**

与伸缩装置相邻的梁体混凝土或钢结构锚固区结构。

3.1.11

减振性能 **vibration damping performance**

通过改进锚固系统构造，减小车辆通过伸缩缝时对梁体冲击的能力。

3.1.12

降噪性能 **vibration damping performance**

通过改进锚固系统构造或使用含吸音材料橡胶密封带，减小车辆通过伸缩缝时产生噪音的能力。

3.1.13

伸缩量 **expansion and contraction quantity**

伸缩装置拉伸、压缩变形的总和。

3.1.14

多向变位 **multi-direction-displacement**

伸缩装置纵向、横向、竖向等方向的变位。

3.1.15

纵向错位 **longitudinal stagger**

伸缩装置沿桥梁中线方向发生的水平相对位移。

3.1.16

横向错位 **transverse stagger**

伸缩装置沿桥梁中线垂直方向发生的水平相对位移。

3.1.17

竖向错位 **vertical stagger**

伸缩装置沿桥梁垂直方向发生的竖向相对位移。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

$B_{\min}$ — 伸缩装置的最小工作宽度，由制造厂家提供；
 e — 伸缩装置的伸缩量；
 k_s — 尺寸效应折减系数；
 L — 伸缩装置计算跨径；
 n — 多缝模数式伸缩装置中橡胶密封带的个数；
 R_d — 伸缩装置构件、连接（螺栓、焊缝等）或相邻锚固区结构的承载力设计值；
 S_d — 作用组合效应设计值；
 T_s — 最低日平均温度值；
 $T_{\max}$ — 当地最高有效温度值；
 T_{set} — 安装温度；
 α — 梁体线膨胀系数；
 β — 伸缩装置伸缩量增大系数；
 γ — 损伤等效系数；
 γ_0 — 结构重要性系数；
 γ_{Ff} — 疲劳荷载分项系数；
 γ_{Mf} — 疲劳抗力分项系数；
 $\sigma_{p\max}, \sigma_{p\min}$ — 将疲劳荷载模型按最不利情况加载于影响线得出的最大和最小正应力；
 $\tau_{p\max}, \tau_{p\min}$ — 将疲劳荷载模型按最不利情况加载于影响线得出的最大和最小剪应力；
 $\Delta\sigma_C, \Delta\tau_C$ — 换算为 2×10^6 次常幅疲劳循环的疲劳应力强度；
 $\Delta\sigma_{E2}, \Delta\tau_{E2}$ — 换算为 2×10^6 次常幅疲劳循环的等效常值应力幅；
 $\Delta\phi$ — 放大系数；

4 分类、型号、规格与结构形式

4.1 分类

4.1.1 按中梁的数量分类，分为：

- 1 单缝式，无中梁，代号为 MA，为单缝式加强型橡胶密封带伸缩装置；
- 2 多缝式，至少有一道中梁，代号为 MB，分为双缝式和多缝式加强型伸缩装置。双缝式代号为 MB-I，多缝式代号为 MB-II。

4.1.2 按橡胶密封带橡胶材料分类，分为：

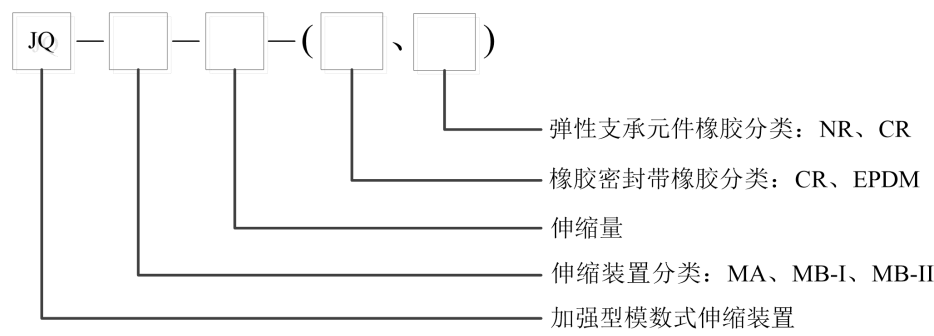
- 1 氯丁橡胶，代号为 CR；
- 2 三元乙丙橡胶，代号为 EPDM。

4.1.3 按弹性元件橡胶材料进行分类，分为：

- 1 天然橡胶，代号为 NR；
- 2 氯丁橡胶，代号为 CR。

4.2 型号

加强型模数式伸缩装置型号表示方法如下：



示例 1：
采用氯丁橡胶密封带和天然橡胶弹性支承元件的伸缩量为 40mm 的单缝式加强型模数式伸缩装置，型号表示为 JQ-MA-40(CR、NR)。

示例 2：
采用氯丁橡胶密封带和氯丁橡胶弹性支承元件的伸缩量为 120mm 的双缝式加强型模数式伸缩装置，型号表示为 JQ-MB-I-120(CR、CR)。

示例 3：
采用三元乙丙橡胶密封带和氯丁橡胶弹性支承元件的伸缩量为 320mm 的多缝式加强型伸缩装置，型号表示为 JQ-MB-II-320(EPDM、NR)。

4.3 规格

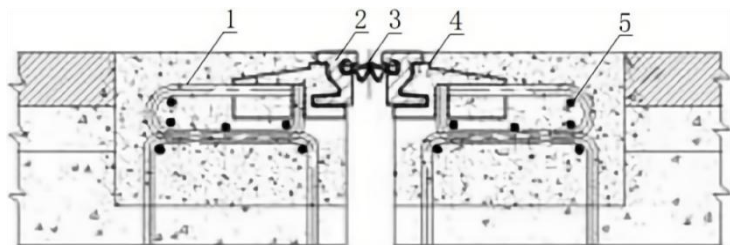
伸缩装置按伸缩量 e 可分为 11 个规格：40, 60, 80, 120, 160, 240, 320, 400, 480, 560, 640mm。伸缩装置各规格型号对应的结构如表 4.3 所示。

表4.3 伸缩装置规格

分类	代号	伸缩量 e (mm)
单缝式	JQ-MA	$40 \leq e \leq 80$
双缝式	JQ-MB-I	$80 < e \leq 160$
多缝式	JQ-MB-II	$160 < e \leq 640$

4.4 结构形式

4.4.1 单缝式加强型伸缩装置
单缝式加强型伸缩装置由预埋钢筋及通长钢筋、锚固钢板、锚固钢筋、边梁型钢、橡胶密封带组成，如图 4.4.1 所示。



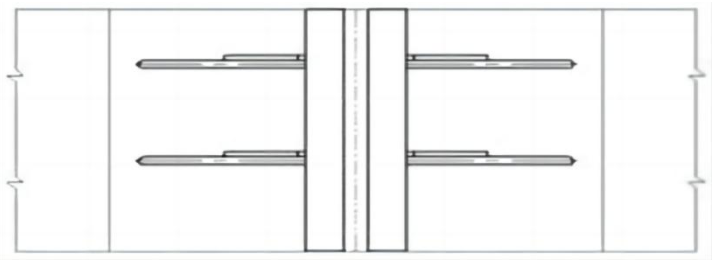


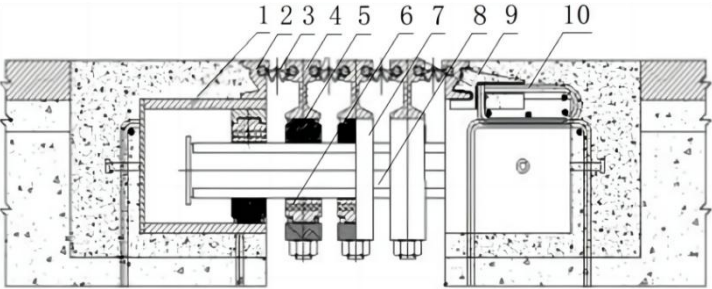
图4.4.1 单缝式加强型伸缩装置结构示意图

- 说明：
- | | | |
|--------|-------------|---------|
| 1—锚固钢筋 | 2—边梁型钢 | 3—橡胶密封带 |
| 4—锚固钢板 | 5—预埋钢筋及通长钢筋 | |

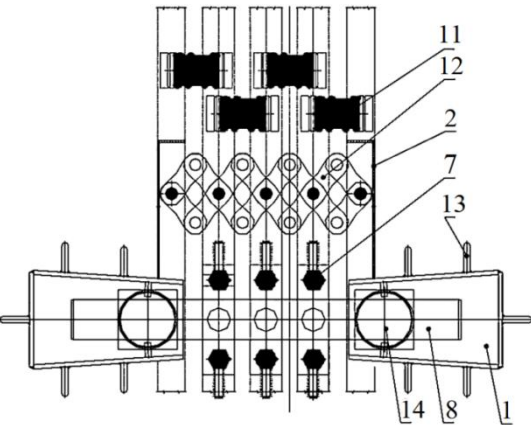
4.4.2 多缝式加强型伸缩装置

多向变位式伸缩装置由预埋钢筋及通长钢筋、锚固钢板、锚固钢筋、边梁型钢、橡胶密封带、中梁型钢、支承横梁、支承吊架、弹性支承元件、位移箱、复位弹簧、钢铰链等组成，如图 4.4.2 所示。

双缝式加强型伸缩装置可不设置支承吊架，将中纵梁与横梁进行固定连接。



(a) 侧视图



(b) 仰视图

图4.4.2 多缝式加强型伸缩装置结构示意图

- 说明：
- | | | |
|---------|-------------|----------|
| 1—位移箱 | 2—边梁型钢 | 3—橡胶密封带 |
| 4—中梁型钢 | 5—吊架压紧支座 | 6—吊架承压支座 |
| 7—支承吊架 | 8—支承横梁 | 9—锚固钢板 |
| 10—锚固钢筋 | 11—复位弹簧 | 12—钢铰链 |
| 13—剪力钉 | 14—位移箱内支座组件 | |

条文说明

模数式伸缩装置在使用阶段易发生边梁型钢脱落、断裂，混凝土锚固区开裂破碎等病害，破坏了伸缩装置两侧的桥面平整度，造成了严重的跳车现象，存在极大安全隐患。模数式伸缩装置边梁型钢和混凝土锚固区处发生一系列病害的原因主要是由于传统构造中型钢与锚固钢板（钢筋）的连接方式不合理，锚固钢板（钢筋）无法充分发挥锚固传力作用，锚固混凝土容易开裂。

加强型模数式伸缩装置将锚固钢板与型钢及尾翼通过卡榫结构焊接连接，焊接长度由传统构造的 50～60 mm 增大到 160～200 mm，有效提升了伸缩装置的整体锚固性能，解决了因锚固能力不足引起的伸缩装置失效、锚固区混凝土破损等传统病害。同时减小了车辆过缝过程中对梁体的冲击，延长了桥梁的使用寿命。

5 伸缩装置技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 伸缩装置除应符合本规范第 5.1～5.6 节的有关规定外，尚应符合 JT/T 327 的有关规定。产品铭牌应标记清晰。

5.1.2 应根据具体的工作环境和应用场景开展伸缩装置的设计、生产、安装、运营养护工作。

5.1.3 正常运营养护条件下，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。

条文说明

《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》（JT/T 327-2016）规定在正常设计、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 15 年。《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）规定伸缩装置作为可更换部件的设计使用年限不应低于 15 年。《公路桥梁伸缩装置设计指南》（JTQX-2011-12-1）规定符合现行公路桥涵设计规范车辆荷载的伸缩装置，其钢构件的寿命为 40 年，橡胶及高分子材料件的寿命为 15 年。

现阶段伸缩装置的材料性能和制造工艺均有较大提升，橡胶产品的耐久性更强，防腐涂装技术更成熟，因此将正常运营养护条件下的伸缩装置最低设计使用年限提高至20年。

5.1.4 在车辆轮载作用下，伸缩装置各部件及连接应安全可靠。伸缩装置应满足结构受力验算要求。

5.2 外观

5.2.1 伸缩装置外观应满足下列要求：

1 伸缩装置的异型钢、型钢、钢板等外观应光洁、平整，表面不应有大于 0.3 mm 的凹坑、麻点、裂纹、结疤、气泡和夹杂、不得有机械损伤。上下表面应平行，端面应平整，毛刺长度不应大于 0.5 mm。

- 2 弹性支承橡胶表面应光滑平整，无缺陷。
- 3 焊缝应均匀，不应有气孔、夹渣等缺陷。
- 4 涂装表面应平整，不应有脱落、流痕、褶皱等现象。

5.2.2 橡胶密封带表面应光滑平整，外观质量应符合表 5.2.2 的规定。

表5.2.2 橡胶密封带外观质量要求

缺陷名称	质量要求
喷霜、发脆、裂纹	不允许
明疤缺胶	面积不超过30mm×5mm，深度不超过2mm缺陷，每延米不超过4处
气泡、杂质	不超过成品表面面积的0.5%，且每处不大于25mm²，深度不超过2mm

5.3 材料

5.3.1 钢材

伸缩装置中使用的钢材应满足如下要求：

1 型钢

1) 型钢的技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明应符合GB/T 706 及 GB/T 1591 的规定，型钢的性能应符合表 5.3.1-1 的要求。

- 2) 应采用冷纠直次数不超过两次的型钢产品。
- 3) 型钢的外形、外观、孔口部位尺寸应满足设计图纸要求。

表5. 3. 1-1 型钢性能指标要求

钢材类别	性能要求		
边梁、中梁、支承横梁型钢	$T_s > 0^{\circ}\text{C}$	Q355B	符合 GB/T 1591 的规定
	$-20^{\circ}\text{C} < T_s \leq 0^{\circ}\text{C}$	Q355C	
	$T_s < -20^{\circ}\text{C}$	Q355D	

4) 当桥梁结构处于严寒、氯化物环境时，宜采用 Q355NHD、Q355NHE 级钢，其力学性能和质量要求应符合 GB/T4171 的规定。

2 钢板、圆钢、方钢、角钢

- 1) 钢板、圆钢、方钢、角钢的钢材强度和性能应符合表 5.3.1-2 的要求。
- 2) 伸缩装置中使用的不锈钢板性能要求应符合 GB/T 3280 的有关规定；

表5. 3. 1-2 钢板、圆钢、方钢、角钢性能指标要求

钢材类别	性能要求		
锚固板、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	
	$T_s < -20^{\circ}\text{C}$	Q235D	

3) 当桥梁结构处于严寒、氯化物环境时，宜采用 Q235NHD、Q235NHE 级钢，其力学性能和质量要求应符合 GB/T4171 的规定。

3 锚固钢筋

伸缩装置中使用的锚固钢筋采用 HPB300、HRB400 材质，性能要求应符合 GB/T1499.1、GB/T1499.2 的有关规定。

4 复位弹簧钢

当复位弹簧采用弹簧钢，复位弹簧钢的材料性能和质量要求应符合 GB/T 1222 的规定。

5.3.2 橡胶

- 1 橡胶密封带物理机械性能应符合表 5.3.2-1 的要求。

表5. 3. 2-1 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)	三元乙丙橡胶 (适用于-40℃ ~ 60℃地区)
硬度(IRHD)		55±5	55±5
拉伸强度(MPa)		≥15	≥14
拉断伸长率(%)		≥400	≥350
脆性温度(℃)		≤-40	≤-60
恒定压缩永久变形(室温×24h) (%)		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 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(℃ × h)	70℃ × 96h	70℃ × 96h
	拉伸强度变化率(%)	-15 ~ +15	-10 ~ +10
	拉断伸长率(%)	-25 ~ +25	-20 ~ +20

耐盐水性(23℃×14d, 浓度4%)	硬度变化(IRHD)	0 ~ +10	0 ~ +10
	体积变化(%)	0 ~ +10	0 ~ +10
	硬度变化(IRHD)	0 ~ +10	0 ~ +10
耐油污性(1号标准油, 23℃×168h)	体积变化(%)	-5 ~ +10	0 ~ +45
	硬度变化(IRHD)	-10 ~ +5	-25 ~ 0

2 弹性支承元件使用的橡胶物理机械性能应符合表 5.3.2-2 的要求和 JT/T 4的规定。

表5. 3. 2-2 弹性支承元件使用的橡胶物理机械性能要求

项 目		压紧支座	承压支座
硬度 (IRHD)		70±5	62±5
拉伸强度(MPa)	天然橡胶	≥18.5	≥18.5
	氯丁橡胶	≥17.5	≥17.5
拉断伸长率(%)	天然橡胶	≥350	≥500
	氯丁橡胶	≥300	≥400

3 聚氨酯复位弹簧

当复位弹簧采用聚氨酯位移控制弹簧，物理机械性能应符合表 5.3.2-3 的规定。

表5. 3. 2-3 聚氨酯位移控制弹簧物理机械性能

项目		单位	规定值
密度		kg/m ³	550 ± 10
拉伸强度		MPa	≥ 4.0
扯断伸长率		%	≥ 350
恒定压缩变形 (任选一项)	70℃×72h	%	≤ 6.5
	150℃×24h	%	≤ 8
抗撕裂强度		kN/m	≥ 120
60% 压缩模量		MPa	4.0 ± 0.2
疲劳试验 200 万次	频率 ≤ 3	Hz	无裂纹
	压应力 = 7	MPa	

5.3.3 粘结剂、聚四氟乙烯滑板、硅脂等材料应符合 JT/T 4 的规定。

5.3.4 涂料性能应符合 JT/T 722 的规定。

5.3.5 槽口混凝土宜采用早强型、抗裂性能好的混凝土，混凝土强度等级应不低于 C50。采用钢纤维混凝土时，其配合比、外加剂等指标应符合 JG/T 472 的规定，C50 混凝土中所含的钢纤维含量为 60~70 kg/m³，长度宜为 25~35 mm，抗拉强度 > 600MPa。

条文说明

根据工程实践结果，钢纤维含量在 60~70 kg/m³、纤维长度在 25~35 mm、钢纤维抗拉强度等级大于600级时的钢纤维混凝土拌合效果较好，能抵抗一定的拉应力。

5. 4 性能

5.4.1 总体性能

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 5.4.1 的要求。当桥梁变形使伸缩装置产生显著的横向变位和竖向错位时，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5. 4. 1 伸缩装置变形性能要求

序号	项目			要求
1	拉伸、压缩时最大水平摩阻力(kN/m)			$\leq 4\times n$
2	拉伸、压缩时 变形均匀性	每单元最大偏差值(mm)		-2 ~ +2
		总变形最大偏 差值(mm)	$80 \leq e \leq 400$	-5 ~ +5
			$400 \leq e \leq 640$	-10 ~ +10
3	拉伸、压缩时每单元最大竖向变形偏差(mm)			≤ 1.0
4	符合水平摩阻力和变形均匀性条件下的错位性能	纵向错位(°)		伸缩装置的扇形变位角度 $\geq 0.2^{\circ}\times n$
		横向错位(mm)		伸缩装置两端偏差值 $\geq 20\times n$
		竖向错位(%)		顺桥向坡度 $\geq 5\%$
5	竖向挠度(mm)			$\leq L/600$

注：1、 n 为多缝模数式伸缩装置中橡胶密封带的个数；
2、 L 为伸缩装置计算跨径（对应最大伸缩量）。

条文说明

《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》（JT/T 327-2016）规定拉伸、压缩时每单元最大竖向变形偏差为 2.0mm。符合水平摩阻力和变形均匀性条件下的纵向错位为扇形变位角度 $\geq 2.5^\circ$ 。

现阶段制造工艺可以满足伸缩装置拉伸、压缩时每单元最大竖向变形偏差为 1.0mm 的要求。本规范最大适用伸缩量为 640 mm，符合水平摩阻力和变形均匀性条件下的纵向错位规定为扇形变位角度 $\geq 0.2^\circ \times n$ 较为合适。

- 2 在车辆荷载作用下，伸缩装置各部件及连接应受力可靠，伸缩装置承载性能应满足设计要求。
- 3 伸缩装置应具有可靠的防水、排水系统，防水性能应符合注满水 24h 无渗漏的要求。
- 4 加强型伸缩装置可通过改进锚固系统构造或使用含吸音材料橡胶密封带，具备一定的减振降噪性能。
- 1) 车辆通过加强型伸缩装置所产生的锚固区混凝土振动加速度与通过常规伸缩装置时的振动加速度相比应小于 5 mm/s^2 。
- 2) 车辆通过加强型伸缩装置所产生的噪声峰值与通过平整沥青路面时的噪声峰值相比不应大于 4 dB(A)。

条文说明

加强型模数式伸缩装置的边梁型钢与锚固钢板连接更为牢固，在一定程度上能减小噪声并降低梁体的振动。参考《公路桥梁梳齿板伸缩装置 第3部分：整体锚固式伸缩装置》（JT/T 1270.3-2019）、《公路桥梁板式橡胶伸缩装置》（JT/T 1269-2019）、《公路桥梁抗冲击减噪伸缩装置》（T/GLYH 004-2023）、《桥梁减振降噪曲线型伸缩装置》（T/JSJTQX 25-2022）等规范标准提出的降噪指标，并依托高恩高速进行加强型伸缩装置减振降噪性能试验，本规范结合调研与试验结果提出了加强型伸缩装置减振降噪性能指标。

5.4.2 构件性能

- 1 承压支座应逐件进行静载竖向刚度检验，加载竖向力为 100 kN 时，支座竖向变形量不大于 1.5 mm；压紧支座应逐件进行静载竖向刚度检验，加载竖向力为 10 kN 时，支座竖向变形量不大于 $4.0 \text{ mm} \pm 1.0 \text{ mm}$ 。
- 2 复位弹簧应逐件进行静载竖向刚度检验
- 1) 复位弹簧采用压缩弹簧时应符合表 5.4.2-1 的规定。

表5. 4. 2-1 压缩弹簧静载竖向刚度检验要求

检验荷载 (kN)	2	4	6
复位弹簧压缩量 (mm)	23 ~ 38	55 ~ 69	70 ~ 80

2) 复位弹簧采用剪切弹簧时应符合表 5.4.2-2 的规定。

表5. 4. 2-2 剪切弹簧静载剪切性能检验要求

剪切位移 (mm)	40	60
检验要求	剪切力为 6kN ~ 9kN	不发生粘结剥、开裂等现象

3 安装在异型钢型腔中的橡胶密封带应进行夹持性能检验，橡胶密封带在重复进行3次夹持性能试验过程中均不得出现脱落或产生细裂纹。

条文说明

弹性支承元件和复位弹簧的性能要求参考《公路桥梁支座和伸缩装置养护与更换技术规范》（JTG/T 5532-2023）的成果，该成果是根据近年来的试验研究和产品抽检情况，并结合国内生产技术水平所制定的。国内可供参考的依据较少，当前仅有《模数式伸缩装置通用技术条件》（JTQX-2011-12-2）提出了弹性支承元件和复位弹簧的性能要求，其中复位弹簧的压力检验要求在实际应用中不够直观。

5.5 工艺

5.5.1 钢构件要求

1 中梁型钢、边梁型钢的截面最小几何尺寸应符合表 5.4.1 要求。支承横梁截面几何尺寸应根据设计计算结果确定。

表5. 4. 1 型钢最小几何尺寸要求 单位：mm

钢梁类别 几何尺寸	中梁型钢	边梁型钢
H	≥ 130	≥ 70
B	≥ 90	≥ 60
L	≥ 90	≥ 60
R	≥ 10	≥ 10
F	≥ 18	≥ 18
C	≥ 14	≥ 14
质 量 (kg/m)	≥ 45	≥ 20.8
图例		
备注	翼板厚度最薄处不应小于10 mm，底面厚度不应小于 15mm	/

2 中梁高度、横梁（含不锈钢板）高度、位移箱内净高为钢构件的重要尺寸，应严格符合图纸的尺寸和公差值。

3 钢构件机加工尺寸及公差配合应符合设计要求，未注线性尺寸和角度尺寸公差应符合 GB/T 1804 中 c 级的规定，未注形状和位置公差应符合 GB/T 1184 中 L 级的规定。

4 边梁、中梁橡胶密封带槽口极限偏差应符合 GB/T 1804 中 c 级的规定，未注形状和位置公差应符合 GB/T 1184 中 L 级的规定。

5 型钢沿长度方向的直线度公差应满足 1.0mm/m，全长直线度公差应满足 5mm/10m，扭曲度不大于 1/1000。

6 边梁、中梁型钢应采用热轧工艺整体成型，不允许焊接成型。生产整体热轧成型或整体热轧机加工成型型钢的工厂应确保型钢的整体质量无内部缺陷后方可出厂。型钢应按实际质量或公称质量交货，其实际质量允许偏差为±5%，出厂时应提供该批钢材化学成分分析报告和力学性能检验报告。

5.5.2 弹性支承元件要求

承压支座、压紧支座尺寸偏差应符合设计要求。未注公差尺寸的弹性支承元件，其高度公差值应符合 GB/T 3672.1 中 M2 级的规定，其余尺寸公差值应符合 GB/T 3672.1 中 M3 级的规定。

5.5.3 位移控制元件要求

位移控制元件尺寸偏差应符合设计要求。未注线性尺寸和角度尺寸公差应符合 GB/T1804 中 c 级的规定，未注形状和位置公差应符合 GB/T 1184 中 L 级的规定。

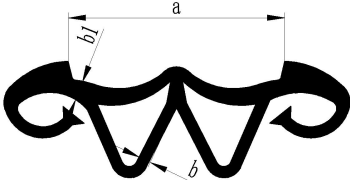
5.5.4 橡胶密封带要求

1 在自然状态下，伸缩装置中使用的橡胶密封带（不包含锚固部分）的尺寸偏差应满足表 5.4.4 的要求。

2 橡胶密封带的尺寸公差应符合 GB/T 3672.1 中的 E2 级要求。

3 橡胶密封带应整条安装，长度大于伸缩装置长度（包括翘头长度） 100mm，安装中不得以任何方法拉长、粘结橡胶密封带。

表5.5.4 橡胶密封带的尺寸偏差 单位：mm

图示	宽度范围	偏差	厚度范围	偏差
	a=80	+3 0	b1≥7	+1.0 0
			b≥4	+0.3 0
	a<80	+2 0	b1≥6	+0.5 0
			b≥3	+0.2 0

5.5.5 焊缝要求

1 中纵梁与支承横梁连接方式为焊接时，连接处应四面围焊，并增设三角加劲肋增强连接性能。加劲肋与中纵梁、横梁的焊接方式为角焊，角焊缝外观质量需要达到二级要求。加劲肋板厚不低于 14mm，加劲肋补强方式见本规范附录 A。

2 焊接组件的焊缝设计应保证拉力试验中断在连接件而不是焊缝。

3 应采用气体保护焊或高能螺柱焊，焊脚尺寸应符合图纸要求，角焊缝应为凹形或直线。

4 焊缝不得有裂纹、夹杂、未熔合、咬肉。

5 重要焊缝应按 GB/T 11345 进行探伤。

5.5.6 涂装要求

1 伸缩装置与混凝土结合的边梁、锚固钢板、位移箱及中梁等钢构件，其表面应进行涂装。

2 涂装体系按所处的环境类别、设计使用年限选用。涂装的表面处理、涂装环境、涂层要求等应符合 JT/T 722 的规定。

5.5.7 装配要求

- 1 所有待装配零件应满足设计要求，且应符合 JT/T 327 的规定后方可装配。装配应牢固可靠，未注装配要求应符合 JB/T 5945 的规定。
- 2 伸缩装置各零部件、外购件、外协件、标准件经过表面处理、清洁、检验合格和有效防护后，方可进行装配，承压支座和压紧支座应在位移箱内设置限位措施，防止支座掉落。
- 3 伸缩装置应按照用户提供的伸缩量（施工安装温度下的安装间隙）进行总装。若用户未提供施工安装的伸缩量，生产厂家可按最大伸缩量的 1/2 定位出厂（制造间隙）。
- 4 伸缩装置应采用 GB/T 1228 ~ 1229 钢结构用高强度大六角头螺栓、螺母。按规定的扭矩拧紧。
- 5 在任意位置同一断面，以两边纵梁顶平面为准，当伸缩装置完全压缩时，每根中纵梁顶面和边纵梁顶面的相对高差不应大于 1.5 mm；当完全伸张时，相对高差不应大于 2.0 mm。
- 6 伸缩装置总装后，任意位于同一断面的中梁或边（中）梁相邻型钢顶平面相对高程误差不得大于 2mm。各边梁或中梁的纵向偏差应在 ±2mm 范围内。
- 7 伸缩装置总装后的平面总宽度偏差应符合表 5.4.6 的要求。

表5.5.7 平面总宽的偏差要求 单位为：mm

项目	伸缩量 e	
	$20 \leq e \leq 400$	$400 < e \leq 640$
平面总宽的偏差值	-5 ~ 5	-10 ~ 10

6 试验方法

6.1 一般要求

- 6.1.1 对象分为 3 类：材料试件、构件试件和整体试件。
- 6.1.2 试件应不少于两个样本。
- 6.1.3 材料试件应按试验要求取样。构件试件应取足尺产品。整体试件宜采用整体装配后的伸缩装置；若受试验设备限制，不能对整体试件进行试验时，按下列要求取样：
 - 1 单缝模数式伸缩装置的试件长度不小于 4 m；
 - 2 多缝模数式伸缩装置的试件长度不小于 4 m，并具有不少于 4 个位移箱。
- 6.1.4 试件的锚固系统应采用定位螺栓或其他有效方法，试验装置应能模拟伸缩装置在公路桥梁的实际受力状态，并进行规定项目试验。

6.2 外观

- 6.2.1 外观采用目测方法和相应精度的量具逐件进行检查。
- 6.2.2 采用量具测量的指标测量次数不少于 4 次，结果取其实测值的平均值。

6.3 材料

- 6.3.1 钢材性能试验应按表 6.3.1 的要求进行。

表6.3.1 钢材性能试验要求

钢材类别	试验要求
异型钢材	符合 GB/T 699、GB/T 700 和 GB/T 1591 的规定
钢板、圆钢、方钢、角钢	符合 GB/T 702、GB/T 706、GB 912 和 GB 3274 的规定
锚固钢筋	符合 GB/T 1499.1A、GB/T 1499.2 的规定
不锈钢板	符合 GB/T 3280 的规定
复位弹簧钢	符合 GB/T 23934 的规定

6.3.2 橡胶性能试验应按表 6.3.2 的要求进行。当从橡胶密封带成品取样制成标准试片，按规定方法进行试验时，与本规范表 5.3.2-1 性能相比，其拉伸强度下降不应大于 20%，拉断伸长率下降不应大于 35%。

表6. 3. 2 橡胶性能试验要求

物理机械性能	试验要求
硬度	符合 JT/T 4 的规定
拉伸强度	
拉断伸长率	
脆性温度	
恒定压缩永久变形	
耐臭氧老化	
热空气老化性能	
耐盐水性	符合 GB/T 1690 的规定
耐油污性	
密度	GB/T 6343
抗撕裂强度	GB/T 529
疲劳试验	GB/T 1688

- 6.3.3 粘结剂的剥离强度试验应按 GB/T 11211 规定的方法进行。
- 6.3.4 聚四氟乙烯滑板的材料性能试验应按 JT/T 901 规定的方法进行。
- 6.3.5 硅脂的材料性能试验应按 HG/T 2502 规定的方法进行。
- 6.3.6 涂料性能试验方法应符合 JT/T 722 的规定。
- 6.3.7 槽口钢纤维混凝土的材料性能试验应按 JG/T 472 规定的方法进行。

6.4 性能

- 6.4.1 伸缩装置变形性能试验应按 JT/T 327 的有关规定进行。
- 6.4.2 伸缩装置承载性能试验应按 JT/T 327 的有关规定进行。
- 6.4.3 伸缩装置防水性能试验应按 JT/T 327 的有关规定进行。
- 6.4.4 伸缩装置减振与降噪性能试验应按本规范附录 B 的有关规定进行。

条文说明

加强型伸缩装置减振与降噪性能试验方法参考《公路桥梁板式橡胶伸缩装置》（JT/T 1269-2019）附录 B 的有关规定与高恩高速减振降噪性能试验方案进行编制。

- 6.4.5 弹性支承元件承载性能试验应按 JT/T 4 的有关规定进行。
- 6.4.6 复位弹簧性能试验应按 GB/T 23934 （压缩弹簧）或 JTG/T 5532 （剪切弹簧弹簧）的有关规定进行。
- 6.4.7 橡胶密封带夹持功能试验应按 JT/T 327 的有关规定进行。

6.5 工艺

- 6.5.1 尺寸偏差应采用标定的钢直尺、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。
- 6.5.2 焊接质量检验按 GB/T 3323.1 、 GB/T 3323.2 和 GB 11345 规定的方法进行。
- 6.5.3 表面涂装质量检验按 JT/T 722 规定的方法进行。

6.5.4 装配间隙应采用塞规或塞尺进行测量。每 2m 取其断面测量后，按平均值取用。

7 检验规则

7.1 检验分类

- 7.1.1 伸缩装置检验应包含进厂检验、出厂检验、型式检验。
- 7.1.2 进厂检验分为：加工用原材料验收检验、外协加工件验收检验和外购件验收检验。
- 7.1.3 出厂检验
- 1 每批产品交货前应进行出厂检验。
 - 2 出厂检验应由工厂质检部门进行，每批产品交货前均应进行出厂检验。
 - 3 对于需求量大的新建和改扩建项目，应委托有资质的第三方检验检测机构按照一定比例进行抽检。
- 7.1.4 型式检验
- 1 型式检验应委托有资质的第三方检验检测机构进行。
 - 2 有下列情况之一时，应进行型式检验：
 - 1) 新产品投产或老产品转入生产的试制定型鉴定；
 - 2) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
 - 3) 正常生产后，生产设备、生产流程、材料有改变，影响产品性能时；
 - 4) 停产一年以上，恢复生产时；
 - 5) 需求量大的新建和改扩建项目
 - 6) 桥梁变形变位情况特殊时；
 - 7) 国家质量监督机构或用户提出要求时。
 - 3 对于营运项目，须提供 2 年内其它项目的有效型式检验报告，可不进行型式试验，但必须保证生产设备、生产流程、材料来源没有改变，不影响产品性能。

7.2 检验项目

- 7.2.1 进厂检验应要求供货厂家提供加工用原材料、外协加工件、外购件的质量检测报告。
- 7.2.2 型式检验和出厂检验项目应符合表 7.2.2 的要求。

表7.2.2 型式检验和出厂检验项目要求

检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验	检验频次
外观	5.2.1	6.2	√	√	100%
	5.2.2				100%
材料	5.3.1	6.3.1	△	√	100%
	5.3.2	6.3.2			100%
	5.3.3	6.3.3			100%
		6.3.4			100%
		6.3.5			100%
	5.3.4	6.3.6			100%
	5.3.5	6.3.7			100%
总体性能	5.4.1	6.4.1	△	√	每批不少于2件
		6.4.2		√	100%
		6.4.3			100%
		6.4.4		△	选做
构件性能	5.4.2	6.4.5	△	√	100%

检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验	检验频次
		6.4.6			100%
		6.4.7			100%
尺寸偏差	5.5.1	6.5.1	√	√	100%
	5.5.2				
	5.5.3				
	5.5.4				
焊接质量	5.5.5	6.5.2	√	√	100%
涂装质量	5.5.6	6.5.3	√	√	100%
总装	5.5.7	6.5.4	√	√	100%
注：“√”表示进行该项试验，“△”表示为选做					

7.3 判定规则

7.3.1 出厂检验时，当检验项目中有不合格项，应取双倍试样对不合格项进行复检，复检后仍有不合格项，则该批产品为不合格。

7.3.2 型式检验项目全部合格，则该批产品为合格。当检验项目中有不合格项，应取双倍试样对不合格项进行复检，复检后仍有不合格，则该批产品为不合格。

8 标志、包装、运输与储存

8.1 标志

伸缩装置应有明显标志，其内容包括产品商标、生产厂名、批号、生产日期和检验员代号。标志应用铝牌固定在产品上，不允许使用不干胶粘贴。

8.2 包装

8.2.1 伸缩装置应根据规格及货运重量规定，采用不同的包装方法，不论采用何种包装方式都必须包装平整、牢固可靠。如有特殊要求，可由厂方与用户协商解决。

8.2.2 包装箱外应注明产品名称、规格、体积、重量，箱内应附有产品合格证。技术文件须用塑料袋包装封口。

8.3 运输

产品在运输过程中，应避免阳光直接暴晒、雨淋雪浸，并保持清洁；注意轻吊轻放，防止碰撞或受力变形；注意防火。

8.4 储存

储存产品的库房应干燥通风，环境温度应在 -15℃ ~ +35℃ 的范围内，产品应离热源 1m 以上，离地面 0.3m 以上。伸缩装置应存放整齐，保持清洁，严禁与酸、碱、有机溶剂接触。

9 结构与选型

9.1 结构设计原则

9.1.1 伸缩装置的结构设计应遵循构造简洁，部件耐久、可靠、易更换的原则，综合考虑施工安装等因素。

9.1.2 模数式伸缩缝两侧与防撞护栏连接端头应上翘设计。对于 160 mm 及以上较大的伸缩缝，要在防撞墙侧安装挡板，以利美观、安全。

9.1.3 对于混凝土梁、钢箱梁、钢箱梁+混凝土梁形式的桥梁伸缩装置应进行不同类型的构造设计，各种类型伸缩装置构造可参考本规范附录 C。

9.1.4 伸缩装置设计时应考虑下列因素：

- 1 伸缩装置两端相对位移和转角；
- 2 桥面纵坡、横坡的角度及活动支座的移动方向；
- 3 偏心的影响。

9.1.5 伸缩装置的结构设计应符合本规范第 5 章规定的技术要求。

9.1.6 伸缩装置长度小于等于 12 米时，中梁和边梁不得有接头。伸缩装置长度大于 12 米，确需分两段施工时，中梁和边梁可以有接头，接口焊接应工艺评定，保证焊接质量。每段伸缩装置之间应现场连接后再进行安装，设计图纸中应明确伸缩装置接头连接板尺寸及焊接要求。边梁、中梁接口应避开轮迹线、重车道和两个横梁中心线，且相邻的边梁、中梁接口应错开布置，其间距不应小于 80mm。

9.1.7 支承横梁截面尺寸和中心间距应根据设计计算结果确定，中梁非接口处横梁中心间距应不大于 1.2m。

9.1.8 伸缩装置中梁确需分两段施工时：伸缩量不大于 480mm 的伸缩装置中梁接口处横梁中心距不大于 0.8m；伸缩量大于 480mm 时应根据计算适当减小，但需满足位移箱安装空间要求。

9.1.9 运营项目需要更换伸缩装置时，原则上应整条更换。如需分段分次更换时，现场对接位置应设置在车道分界线处，接头位置纵梁可不进行焊接连接，但接头处两侧连续 3 道支承横梁的中心间距应不大于 0.6m，接头两侧位移箱净距应不大于 0.2m，并保证位移箱的安装质量。接头位置处纵梁间隙应做好防水措施，避免雨水渗入墩台顶。分段接头处横梁间距要求见本规范附录 A。若分段伸缩装置接头位置已按本规范附录 A 要求布置横梁，且该分段技术状况良好，无明显异常情况时可不更换。

条文说明

该条文适用于采用压缩弹簧为位移控制系统的直梁式模数式伸缩装置，以及伸缩量为 320mm 及以下格栅式模数式伸缩装置。

9.1.10 设计伸缩装置的同时应进行相邻锚固区结构的受力验算，避免在运营过程中因相邻锚固区结构损坏而造成伸缩装置破坏。

9.2 结构计算

9.2.1 一般要求

1 伸缩装置的结构计算应符合本节的有关规定，未规定的内容可按照 JTG D60、JTG 3362、JTG D64 的规定执行。

2 伸缩装置应进行下列内容的计算：

- 1) 按持久状况承载能力极限状态的要求进行伸缩装置构件和连接的强度、疲劳计算；
- 2) 按持久状况正常使用极限状态的要求进行伸缩装置的变形计算。

3 伸缩装置相邻锚固区结构应进行下列计算：

- 1) 按持久状况承载能力极限状态的要求进行相邻锚固区结构的强度计算；
- 2) 按持久状况正常使用极限状态的要求进行相邻锚固区结构的变形计算。

4 应采用合理的计算模型对伸缩装置和相邻锚固区结构的力学效应进行分析：

1) 伸缩装置横梁按简支体系考虑，中梁按连续体系考虑，可采用空间梁单元模型对伸缩装置进行模拟；

2) 伸缩装置相邻锚固区结构可简化为单向板，计算方法应符合 JTG 3362 的有关规定。建议采用空间块单元模型进行精确模拟。

9.2.2 作用与作用组合

1 计算采用的汽车荷载应符合下列规定：

1) 汽车荷载应采用 JTG D60 规定的车辆荷载（车辆重力标准值 550kN），按影响面确定轮载的最不利布载位置；

2) 模数式伸缩装置的汽车轮载 P_d 按着地面积进行分配, 作用于中梁的轮载取 $\frac{A_3}{A_1 + A_2 + A_3} P_d$, 作用于边梁及混凝土锚固区的轮载取 $\frac{A_1 + A_2}{A_1 + A_2 + A_3} P_d$, 见图 9.2.2。

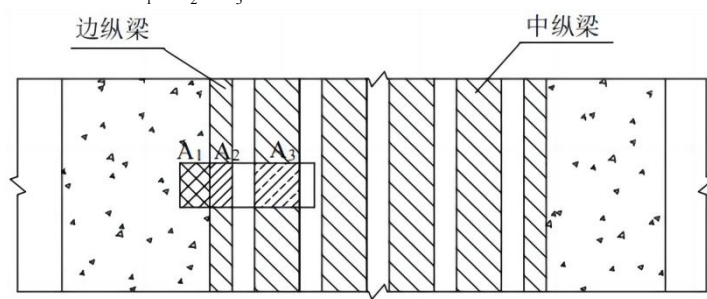


图9.2.2 作用于中纵梁的轮载

3) 汽车荷载制动力标准值取车辆荷载（不计冲击力）标准值的 30%，制动力的着力点在伸缩装置顶面上；

4) 汽车荷载离心力标准值取车辆荷载（不计冲击力）标准值的 20%，离心力的着力点在伸缩装置顶面上；

5) 车辆荷载的冲击力标准值为车辆荷载标准值乘以冲击系数 μ , μ 取 0.3；

6) 疲劳验算应按 JTG D64 的规定，采用疲劳荷载计算模型 III。

9.2.3 结构重力、基础变位、温度等其他作用应符合 JTG D60 的规定。

9.2.4 计算荷载采用的作用组合应符合如下规定：

1 承载能力极限状态：

工况 1（0.6×最大伸缩量）：1.2×恒载+1.0×1.8×[1.0×车辆荷载（计入冲击力）+1.0×离心力]+1.4×温度作用；

工况 2（1.0×最大伸缩量）：1.2×恒载+0.7×1.8×[1.0×车辆荷载（计入冲击力）+1.0×制动力 + 1.0×离心力]+1.4×温度作用；

2 正常使用极限状态：

工况 1（0.6×最大伸缩量）：1.0×恒载+1.0×[1.0×车辆荷载（计入冲击力）+1.0×离心力]+1.0×温度作用；

工况 2（1.0×最大伸缩量）：1.0×恒载+0.7×[1.0×车辆荷载（计入冲击力）+1.0×制动力 + 1.0×离心力]+1.0×温度作用。

9.2.5 承载能力极限状态验算

1 承载能力极限状态验算应采用下列表达式：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (9.2.5)$$

式中：

γ_0 —结构重要性系数，根据公路的设计安全等级取 1.1 或 1.0；

S_d —作用组合效应设计值，按本规范 9.2.4 条的有关规定计算；

R_d —伸缩装置构件、连接（螺栓、焊缝等）或相邻锚固区结构的承载力设计值，按 JTG 3362 和 JTG D64 的规定计算；

2 伸缩装置构件、连接的承载能力极限状态强度验算取伸缩装置处于最大伸缩量和 0.6 倍最大伸缩量两种工况，疲劳验算取伸缩装置处于 0.6 倍最大伸缩量工况；相邻锚固区结构的承载能力极限状态强度验算取伸缩装置处于 0.6 倍最大伸缩量工况。

3 承载能力极限状态的验算汽车荷载按照本规范第 6.2.2 条的有关规定取值，按伸缩装置应力或相邻锚固区结构内力最不利的方式进行布载。

9.2.6 正常使用极限状态验算

1 进行伸缩装置的正常使用极限状态竖向挠度验算时，伸缩装置支承横梁的竖向挠度计算值不应超过伸缩装置计算跨径（对应最大伸缩量下的横梁支承间距）的 1/600。

条文说明

公路桥梁伸缩装置通用技术条件(JT/T 327-2016)、公路桥梁伸缩装置设计指南(T/CCT AS 93-2023)规定进行伸缩装置正常使用极限状态竖向挠度验算时，竖向挠度计算值不应超过计算跨径的 1/600。模数式伸缩装置通用技术条件(JTQX-2011-12-2)规定车辆荷载的垂直力按最不利布置作用在伸缩装置顶面，中梁、边梁和横梁的挠度不得大于 L/600。

本规范 5.5.1 节规定了中梁型钢的截面最小尺寸要求，按中梁最小截面尺寸及最大支撑横梁间距(1.2m)进行分析，中梁最大竖向挠度约为 1 mm (< L/600)。边梁竖向挠度与相邻锚固区结构竖向挠度相同。因此，本条文仅规定伸缩装置的支承横梁竖向挠度限值，不对纵梁进行规定。

2 进行相邻锚固区结构的正常使用极限状态竖向挠度验算时，相邻锚固区结构顶面的竖向挠度计算值不应超过计算跨径的 1/600（对应两梁肋间间距）和 1/300（对应悬臂板长度）。相邻锚固区结构变形不应导致伸缩装置破坏。

3 伸缩装置构件的正常使用极限状态验算取伸缩装置处于最大伸缩量和 0.6 倍最大伸缩量两种工况。相邻锚固区结构的正常使用极限状态验算取伸缩装置处于 0.6 倍最大伸缩量工况。

4 正常使用极限状态验算汽车荷载按照本规范 6.2.2 条的有关规定取值，按挠度对应的最不利方式布置。

9.2.7 疲劳验算

1 钢结构构件与连接应根据 JTG D64 的规定，按疲劳细节类别进行疲劳验算。

2 公路桥梁伸缩装置的疲劳验算，应按 JTG D64 的规定采用疲劳荷载计算模型 III，按下列公式验算：

$$\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E2} \leq \frac{k_s\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}} \quad (9.2.7-1)$$

$$\gamma_{Ff}\Delta\tau_{E2} \leq \frac{\Delta\tau_C}{\gamma_{Mf}} \quad (9.2.7-2)$$

$$\left(\frac{\gamma_{Ff}\Delta\sigma_{E2}}{k_s\Delta\sigma_C/\gamma_{Mf}}\right)^3 + \left(\frac{\gamma_{Ff}\Delta\tau_{E2}}{\Delta\tau_C/\gamma_{Mf}}\right)^5 \leq 1.0 \quad (9.2.7-3)$$

$$\Delta\sigma_{E2} = (1 + \Delta\phi)\gamma(\sigma_{p\max} - \sigma_{p\min}) \quad (9.2.7-4)$$

$$\Delta\tau_{E2} = (1 + \Delta\phi)\gamma(\tau_{p\max} - \tau_{p\min}) \quad (9.2.7-5)$$

式中：

γ_{Ff} —疲劳荷载分项系数，取 1.0；

γ_{Mf} —疲劳抗力分项系数，取 1.35；

k_s —尺寸效应折减系数，按 JTG D64 附录 C 中给出的公式计算；未说明时，取 $k_s = 1.0$ ；

$\Delta\phi$ —放大系数，取 0.3；

γ —损伤等效系数，按 JTG D64 附录 D 计算；

$\sigma_{p\max}, \sigma_{p\min}$ —将疲劳荷载模型按最不利情况加载于影响线得出的最大和最小正应力（MPa）；

$\tau_{p\max}, \tau_{p\min}$ —将疲劳荷载模型按最不利情况加载于影响线得出的最大和最小剪应力（MPa）；

$\Delta\sigma_C, \Delta\tau_C$ —换算为 2×10^6 次常幅疲劳循环的疲劳应力强度，按 JTG D64 的规定计算；

$\Delta\sigma_{E2}, \Delta\tau_{E2}$ —换算为 2×10^6 次常幅疲劳循环的等效常值应力幅，按 JTG D64 的规定计算。

9.3 伸缩量计算与选型

9.3.1 一般要求

1 桥梁伸缩装置的伸缩量计算应综合考虑桥梁结构类型、工作环境和应用场景等因素，并考虑 10%~20% 的富余量（伸缩装置伸缩量增大系数）。

条文说明

公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范 (JTG 3362-2018)、公路桥梁伸缩装置设计指南 (T/CCT AS 93-2023)、公路桥梁伸缩装置设计指南 (JTQX-2011-12-1) 规定伸缩装置的伸缩量为桥梁接缝处伸缩量乘以增大系数 β ， β 取 1.2~1.4。该规定富余量主要为考虑地震、台风作用等因素对伸缩量的影响。

根据调查发现，当前工程中所选用的伸缩装置型号存在大于梁体结构实际伸缩量的现象，伸缩装置在运营阶段的伸缩量与最大伸缩量有一定的差距。特别是对于大跨径桥梁，伸缩量增大系数 β 取值较大易造成伸缩装置选型型号的升级，从而增加工程造价。

鉴于此，为避免伸缩装置选型型号偏小（易顶死）或过大，将伸缩装置伸缩量增大系数由 1.2~1.4 调整为 1.1~1.2，小跨径桥梁宜取上限，大跨径桥梁宜取下限。

2 计算伸缩装置安装以后的伸缩量时，应考虑温度变化、混凝土收缩徐变、制动力、基础变位等因素引起的纵向伸缩、横向变位及转角、竖向变位。桥梁伸缩量与安装宽度计算示例可参考本规范附录 D。

3 大跨径桥梁的伸缩装置应考虑纵、横向风力引起的纵向伸缩、横向变位及转角、竖向变位。超宽桥梁应考虑截面横向温度梯度引起的伸缩装置横向变位。具体伸缩量及变位量计算可根据专题研究确定。

4 高烈度区及各联抗推刚度差异较大的桥梁伸缩装置应计入地震作用引起的伸缩量。

9.3.2 伸缩量计算

1 温度变化

1) 温度变化分为线性温度变化和非线性温度变化，线性温度变化对桥梁伸缩量的影响占主导地位。一般设计时的桥梁线膨胀系数可按表 9.3.2 选用。

2) 桥梁接缝处由温度变化引起的伸缩量 Δl_t^+ 和 Δl_t^- ，可按照 JTG 3362 计算。

表9.3.2 温度变化范围及线膨胀系数

桥梁类型	温度变化范围		线膨胀系数
	一般地区	寒冷地区	
混凝土桥	+5℃~+35℃	-15℃~+35℃	0.000010
钢桥	-10℃~+40℃	-20℃~+40℃	0.000012
钢混组合桥	-10℃~+50℃	-20℃~+40℃	0.000012

2 混凝土收缩和徐变

1) 钢筋混凝土桥和预应力混凝土桥均需考虑收缩和徐变的影响。在安装伸缩缝时，收缩和徐变已经发展到一定程度，计算时应以安装时刻为基准。

2) 新建桥梁伸缩量计算应计入收缩和徐变的影响，改扩建桥梁或更换伸缩装置的项目（投入运营3年以上）可不计入收缩和徐变的影响。

3) 桥梁接缝处由混凝土收缩引起的梁体缩短量 Δl_s^- 以及由混凝土徐变引起的梁体缩短量 Δl_c^- ，按照 JTG 3362 计算。

3 由制动力引起板式橡胶支座剪切变形导致的伸缩缝开口量 Δl_b^- 或闭口量 Δl_b^+ ，按照 JTG 3362 计算。

9.3.3 伸缩装置选型

1 应按照梁体计算的最大伸缩量选用伸缩装置的型号：

1) 伸缩装置在安装后的闭口量 C^+ ：

$$C^+ = \beta(\Delta l_t^+ + \Delta l_b^+) \tag{9.3.3-1}$$

2) 伸缩装置在安装后的开口量 C^- ：

$$C^- = \beta(\Delta l_t^- + \Delta l_s^- + \Delta l_c^- + \Delta l_b^-) \tag{9.3.3-2}$$

3) 伸缩装置的伸缩量 C 应满足：

$$C \geq C^+ + C^- \tag{9.3.3-3}$$

式中： β —伸缩装置伸缩量增大系数，可取 1.1～1.2。

2 新建预应力混凝土桥梁伸缩量复核，一般情况下可按每100m桥梁有效长度的伸缩量取值为90 mm～100 mm 进行估算，特殊工作环境下可适当放大。

3 伸缩装置的安装宽度 B （或出厂宽度），可按计算得到的开口量 C^- 和闭口量 C^+ 进行综合考虑，其中预设安装温度调整为实际安装温度，安装宽度可按下式进行估算：

$$B = \alpha \beta (T_{\max} - T_{\text{set}}) \cdot L + B_{\min} \tag{9.3.3-4}$$

式中：

α — 梁体线膨胀系数；

$T_{\max}$ — 当地最高有效温度值（℃）；

T_{set} — 安装温度（℃）；

L — 计算一个伸缩装置伸缩量所采用的梁体长度，根据桥梁长度分段及支座布置情况确定；

$B_{\min}$ — 伸缩装置的最小工作宽度，由制造厂家提供。

10 新建项目施工质量控制、质量检验与验收

条文说明

本章条文参考了《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1-2017）和《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG 5220-2020）的有关规定，同时吸纳了信丰（省界）至南雄高速公路桥梁伸缩缝“平顺工程”实施过程中的成功经验，对新建桥梁伸缩缝的施工前准备、施工质量控制、质量检验与验收等内容做出了详细规定。

10.1 施工前准备

10.1.1 施工所需的伸缩装置、设备、工具、辅料等运抵施工现场，应整齐堆放在安全位置。在运输、搬运过程中，应保证包装完好、牢固可靠，避免暴晒雨淋，不得损坏、污染桥面，不能与其它物体或相互之间磨损，防止伸缩装置变形和防腐层损坏。

10.1.2 按施工用设计图纸以及现场实测数据检查伸缩装置所有零部件在运输途中有无损坏，安装现场的伸缩装置型号、长度、配件及数量是否正确。

10.1.3 施工前，根据安装时实际温度对伸缩缝的梁端间隙尺寸进行调整（表 10.1.3），确保梁端间隙、梁端与台背间隙在最高温季节不出现挤压、顶死现象。

表10.1.3 安装温度-梁端间隙对应表 单位：℃、mm

80型伸缩装置	安装温度T	10	15	20	25	30	35
	梁端间隙	90	85	80	75	70	65
160型伸缩装置	安装温度T	10	15	20	25	30	35
	梁端间隙	230	220	210	200	190	180
240型伸缩装置	安装温度T	10	15	20	25	30	35
	梁端间隙	370	355	340	325	310	295
320型伸缩装置	安装温度T	10	15	20	25	30	35
	梁端间隙	510	490	470	450	430	410
400型伸缩装置	安装温度T	10	15	20	25	30	35
	梁端间隙	650	625	600	575	550	525
480型伸缩装置	安装温度T	10	15	20	25	30	35
	梁端间隙	790	760	730	700	670	640
560型伸缩装置	安装温度T	10	15	20	25	30	35

	梁端间隙	930	895	860	825	790	755
640型伸缩装置	安装温度T	10	15	20	25	30	35
	梁端间隙	1070	1030	990	950	910	870

10.1.4 在土建施工的梁板架设阶段，应对梁端缝隙过大、不顺直，预埋筋缺损、不对齐等问题先行排查，发现问题及时整改。梁端间隙过大时，应由设计单位明确处理方式（如调整伸缩装置型号、采用加强型伸缩装置、梁端结构补强、设置牛腿等），需要调整伸缩装置型号的应尽早采购；梁端间隙过小时，应凿除多余砼以确保伸缩装置受力正常。

- 10.1.5 伸缩缝施工过程中严禁污染路面及桥面，严禁将生活设施置于桥面或路面上。
- 10.1.6 沥青混凝土切割和伸缩缝砼浇筑时须采取防污措施，以切割线向外延伸铺设每侧不少于 5m 的彩条布；清理出的垃圾放置在宽大的彩条布上包裹严实，防止污染路面；养生环节应注意养生水质量，严禁采用污水养生。
- 10.1.7 小型设备停放点底部必须放置彩条布或土工布，防止漏油、洒油，污染、破坏沥青路面。混凝土运输车辆下料口采取有效措施，防止水泥浆渗漏污染沥青路面。

10.2 施工质量控制要求

- 10.2.1 工序流程
- 桥梁伸缩缝均应严格工序管理：预留槽口放样→切割伸缩缝预留槽→调整伸缩缝预埋钢筋→清除槽口杂物→安放伸缩装置→标高检查→锁定、安装钢筋→支模→检查、浇筑砼→养生。
- 10.2.2 成槽质量控制
- 1 开槽前，拉线测量划线。保证切缝顺直，确保切割至坚实的桥面整体化层（或梁顶砼）处，如沥青路面平整度较差，应适当扩大切割范围。
- 2 采用彩条布沿定位线覆盖避免开槽污染沥青路面。
- 3 开槽切割采用双线切割凿除法。切割（含护栏翘头处）时，顺沿定位线一刀切割成型。确保槽口侧面混凝土整齐平整，底面凿毛彻底、新鲜骨料露出且无松散界面。
- 4 开槽后，伸缩缝处前后两梁缝宽或梁板与桥台背墙之间缝宽过大或过小，需及时上报处理方案至总监办审批后处理。
- 10.2.3 锚固植筋质量控制
- 1 施工流程
- 施工准备→定点定位→钻孔→清除杂质→注入胶体→锚固钢筋→植筋校正→固化保护→自检抽检。
- 2 植筋用的胶粘剂应采用改性环氧类结构胶粘剂或改性乙烯基酯类结构胶粘剂。当植筋的直径大于 22mm 时，应采用 A 级胶。
- 3 胶粘剂注入钻孔前，应保证钻孔清洁干燥。植筋时，保证钢筋不倾（偏）。
- 4 植筋的数量和锚固深度应符合设计要求，植筋锚固深度应按 JTG/T 522 规定的方法计算，植筋拉拔承载力应按 JTG 5220 规定的方法进行。

- 10.2.4 安装质量控制
- 1 伸缩装置安装前，应将槽内预埋筋理顺、调直。对漏埋或折断的预埋筋须进行修复，统一采用植筋胶进行钢筋补植。
- 2 伸缩装置安装时，避开高温时间段。上部构造端部间空隙宽度及伸缩装置安装预定宽度，均应与安装温度相适应。
- 3 伸缩装置安装时，伸缩缝中心线应与梁端中心线相重合。若伸缩缝需接长时，应保证两段伸缩装置上平面置于同一水平面，接口处紧密靠拢并校直调正。
- 4 伸缩装置放入槽口后，需对其标高进行修正，保证型钢顶面标高低于两侧沥青砼面层顶标高 0~1.5mm 左右。
- 5 固定后，标高复测，确定伸缩装置临时固定无变形和偏差后，将锚固钢筋与预埋钢筋两侧同步焊牢。
- 6 伸缩装置焊接牢固后，及时将预先设定的临时固定卡具、定位槽钢用气割枪切除，使其自由伸缩。
- 10.2.5 混凝土质量控制

- 1 浇筑模板需采用钢模板，模板须坚固、严密，防止浆体侵入伸缩缝内。
- 2 为防止砼从上部缝口进入型钢内侧沟槽内和污染沥青路面，型钢缝口和沥青路面与伸缩缝相接处必须用胶布封好。
- 3 混凝土浇筑过程，监理应全程旁站。由于单道伸缩缝砼方量较少，应做好统筹规划，确保混凝土连续、稳定。
- 4 砼振捣密实后，分 4~5 次将表面抹压平整。同时，采用1m 直尺对纵桥向砼面按 1m 左右间距随时进行平整度控制和修整；砼初凝前，用 3m 直尺按 1m 左右的搭接长度，对横桥向伸缩缝两侧的砼面进行平整度量测并采取必要的修整措施。
- 5 混凝土采用“一布一膜”、侧面胶带封闭、覆盖保水养生。养护期不少于 7 天（早强型混凝土养护时间可经论证确定），养护期内定时补水养生，期间内严禁车辆通行。

10.3 质量检验与验收要求

10.3.1 浇筑前工序检验与验收要求

- 1 伸缩装置应外观光洁、平整，表面无大于 0.3mm 的凹坑、麻点、裂缝、结疤、气泡和夹杂、机械损伤。型钢应上下表面平行，端面平整，型钢厚度应符合要求。锚固钢筋间距符合设计要求，锚固钢筋与锚固钢板焊接牢固。
- 2 切槽口应切割顺直，无塌边松散现象。槽区及梁端间隙应清理干净，无杂物及浮浆。
- 3 预埋钢筋应整理平顺，锚固植筋位置合理，锚固力符合要求。连接、加固钢筋无漏焊，焊缝均匀、饱满、焊接长度符合要求。预埋筋偏低应增加门字筋连接，预埋筋偏高，应切割高出的钢筋并增加门字筋连接。预埋筋错位，应增加位
置合理的矩形钢筋与伸缩装置连接。
- 4 模板尺寸、刚度满足要求，支撑牢固，并有防漏浆措施。
- 5 伸缩装置安装应满足表 10.3.1 要求，伸缩缝安装后验收不合格必须进行调整，否则不得浇筑砼。

表10.3.1 模数式伸缩装置安装质量检验

项次	检查项目	检测标准	频率	检查方法
1	长度（mm）	符合设计要求	每道	尺量
2	缝宽误差（mm）	按安装时气温折算， ± 2，且为同一符号	每道2m每1处	尺量
3	伸缩缝中心与梁端预留间隙 中心线	是否重合	每道3处	尺量
4	型钢顺直度（mm）	< 3	全宽范围	尺量
5	型钢标高误差（mm）	< 2	每型钢3处	尺量
6	伸出防撞护栏外侧（cm）	≥ 2	每道2处	尺量
7	焊缝尺寸（工地焊缝）	满足设计要求	每条焊缝检查2处	量规
8	焊缝探伤（工地焊缝）	满足设计要求	检查全部	超声法

10.3.2 浇筑后伸缩装置综合质量验收要求

- 1 锚固区混凝土浇筑后、养生覆盖前应对伸缩缝纵横桥向平整度和与桥面高差进行检查，检查标准见表 10.3.2，对不合格的应返工处理。

表10.3.2 伸缩缝纵桥向平整度和与桥面高差的检查标准

项次	检查项目	要求	检查方法与频率	返工标准
1	纵桥向平整度（mm）	≤ 3	3m 直尺，跨缝检测行车轮迹带位置，每条行车道左右轮迹带位置各测1尺，应急车道测 1 尺，每一尺伸缩缝左右两侧（切槽口至型钢位置）各测1 个数据。	最低合格率 80%

2	横桥向平整度 (mm)	≤ 3		3m 直尺，每道顺长度方向检查伸缩装置及锚固混凝土各2尺。
3	型钢上表面与桥面高差 (mm)	-1.5~0		尺量，检测型钢上表面与锚固区砼高差，每条行车道两个轮迹带在伸缩缝两侧各测一尺，每条应急车道在伸缩缝两侧各测一尺，每一尺测一个数据。
4	锚固区砼与桥面高差 (mm)	-2~0		3m 直尺对折，测锚固区砼（钢纤维砼）与沥青砼高差，不跨缝检测轮迹带位置，每条行车道两个轮迹带在伸缩缝两侧各测一尺，每条应急车道在伸缩缝两侧各测一尺，每一尺测一个数据。
5	纵坡 (%)	一般	±0.5	水准仪测量，测量纵向锚固混凝土端部3处
		大型	±0.2	

- 2 锚固区混凝土养生期内采用硬隔离措施封闭交通，并用“一布一膜”覆盖养生，混凝土表面始终湿润。
- 3 锚固区混凝土终凝后，钢纤维混凝土应表面平整，无钢纤维裸露现象，不应存在 JTG F80/1-2017 附录 P 所列的混凝土外观质量限制缺陷。对于砼强度不合格、砼开裂严重等问题应进行返工处理。
- 4 锚固区混凝土强度应在合格标准内，检查方法和频率按 JTG F80/1-2017 附录 D 的有关规定执行。
- 5 橡胶密封条与型腔密贴，无凸起、损坏橡胶密封条应在桥面超高端翘头位置预留 5~10 cm，以便更换维护。
- 6 对伸缩缝出现阻塞、渗漏、积水、变形、开裂现象，或伸缩装置锚固不牢靠、伸缩性能失效等时应进行整修或返工。
- 7 行车过缝时有明显跳车现象的，应加强检测，必要时进行返工处理。
- 8 锚固混凝土不应进入型钢内侧沟槽或污染沥青路面，必要时应及时进行处理。
- 9 开放交通（移交伸缩缝工作面）前应及时清理墩顶施工垃圾。

11 运营期检查与评定

11.1 一般规定

- 11.1.1 运营期伸缩装置检查可分为例行检查和专项检查。例行检查分为日常巡查、经常检查、定期检查。
- 11.1.2 例行检查依据 JTG 5120 规定的频率开展，为伸缩装置的养护工作提供依据；重载交通量大或通车年限超过 15 年的路段应根据实际情况加大经常检查频率。
- 11.1.3 专项检查是特定情况下开展的详细评估检查，为伸缩装置的维修或更换工作提供依据。日常巡查、经常检查病害原因不明的，可组织专业检测单位进行专项检查。
- 11.1.4 日常巡查、经常检查可不开展评定，定期检查按 JTG/T H21 的有关规定开展技术状况评定；专项检查按本规范第 11.3 节的有关规定开展评定。

条文说明

定期检查为例行检查，按 JTG/T H21 的有关规定，重点围绕伸缩装置的四凸不平、锚固区缺陷、破损、失效等方面开展技术状况评定。专项检查为详细评估检查，要求根据编制组提出的采用加权和单项控制指标的方法进行伸缩装置工作状况评定,伸缩装置工作状况评分公式中的系数均依据工程实践经验提出。

11.2 例行检查

- 11.2.1 日常巡查
- 1 主要采用乘坐巡查车辆目视检查的方式进行，发现明显异常时，须停驻好车辆并做好安全防护，下车目视检查；重点检查轮迹带位置。

2 巡查伸缩装置是否有型钢锈蚀、异响、断裂、锚固混凝土破损、明显跳车等病害；存在型钢断裂、锚固混凝土破损严重、跳车较严重的，须及时上报处理。

11.2.2 经常检查

- 1 采用人工步行目视结合仪器观测的方式进行。
- 2 当检查发现以下问题时须及时上报并处治：
 - 1) 出现型钢断裂、开裂；
 - 2) 纵梁错台严重或明显下挠；
 - 3) 钢构件锈蚀；
 - 4) 锚固混凝土破损严重；
 - 5) 橡胶密封带破损严重。
- 3 当检查发现以下问题时须及时上报并查明原因：
 - 1) 纵梁间距异常，间隙过大或过小；
 - 2) 纵梁间距明显不均匀；
 - 3) 纵梁侧向弯曲变形；
 - 4) 跳车现象严重；
 - 5) 异常声响。
- 4 填写本规范附录 E 《模数式伸缩装置经常检查记录表》。

11.2.3 定期检查

1 采用人工步行目视结合仪器观测的方式进行。有条件时，多缝模数式伸缩装置（MB）应对底面开展接触式检查。

2 伸缩装置桥面重点检查锚固混凝土外观、橡胶密封带外观、型钢外观并测量型钢间隙；是否有凹凸不平等。

3 伸缩装置底面重点检查支承系统（横梁、承压支座、压紧支座、吊架等）、位移控制系统、位移箱等外观，判断是否有缺损、异响、功能失效等病害。

11.3 专项检查与评定

11.3.1 基础资料的搜集和调查应包括下列内容：

- 1 原设计图纸，包括设计变更，伸缩装置规格型号。
- 2 伸缩装置生产厂家，质量合格证，出厂检验报告等。
- 3 交工验收记录，初始安装技术状态检查记录。
- 4 历次检测及技术状况评定报告。
- 5 历次养护维修记录。
- 6 日常车流量及超限车辆过桥情况调查。

11.3.2 伸缩装置专项检查与评定包括工作状况检查评定、适应性检查评定。

11.3.3 伸缩装置工作状况检查及评定流程应按图 11.3.3 进行。

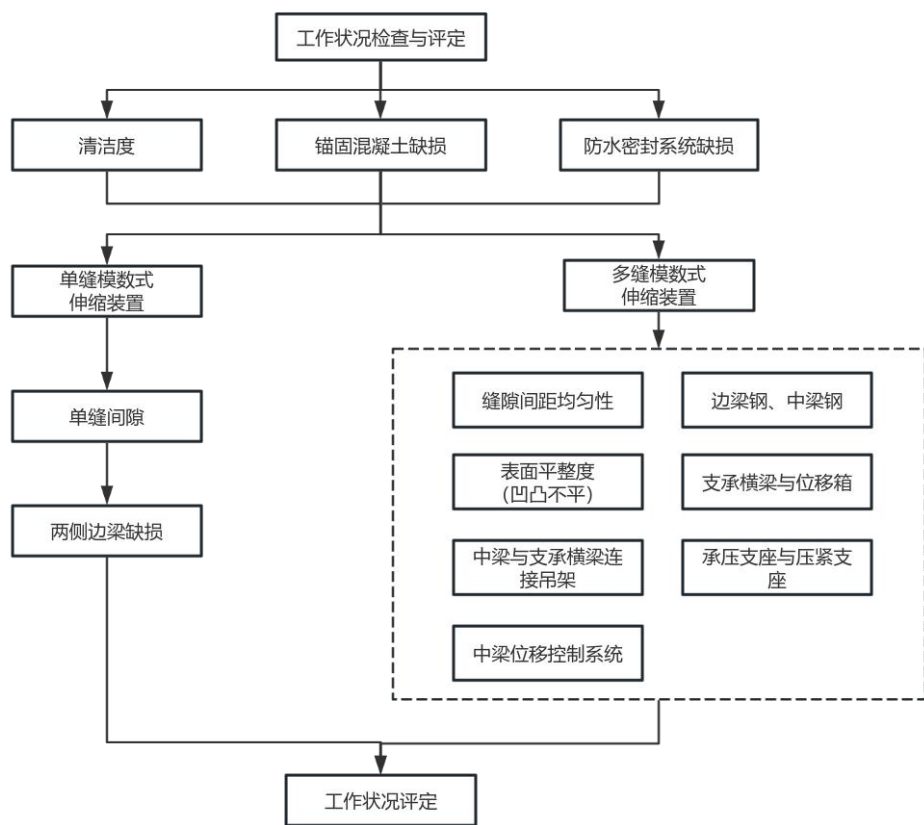


图11. 3. 3 伸缩装置工作状态检查与评定流程

- 11.3.4 伸缩装置工作状态检查项目、检查内容应符合下列规定：
- 1 检查项目、检查内容应符合表 11.3.4 的规定。
 - 2 检查顺序：应先外观目测，后对主要受力构件和零部件缺损检查和检测。
 - 3 检查方法：应采用目测、照相和仪器量测相结合的方法。

表11. 3. 4 模数式伸缩装置检查项目和检查内容

名 称	检查项目	检查内容
各类伸缩装置	清洁度	是否垃圾尘土堆积、卡塞
	锚固混凝土	是否开裂、破损
	橡胶密封带	是否老化、开裂、破损、脱槽
单缝模数式伸缩装置（MA）	单缝间隙	间隙是否过大或过小
	边钢梁状态	边梁是否高低不平； 是否与锚固混凝土脱开； 是否出现开裂、断裂
多缝模数式伸缩装置（MB）	中梁间隙均匀性	间隙是否均匀，间隙是否过大或过小
	边钢梁、中钢梁	边梁是否与锚固混凝土脱开； 边中梁是否出现开裂、断裂； 中梁是否出现平面弯曲； 车辆通过时是否出现异常响声和跳车冲击现象
	表面平整度	边中梁是否高低不平；
	支承横梁与位移箱	支承横梁是否出现开裂、断裂； 位移箱周边混凝土是否出现破损
	边梁与支承横梁连接吊架	吊架螺栓和螺母松动，损坏，脱落等状态

名 称	检查项目	检查内容
	承压支座与压紧支座	横梁和位移箱内的承压支座、压紧支座是否缺失、滑出、变形及损坏情况
	位移控制系统缺损	压缩弹簧或剪切弹簧损伤情况；固定位移控制弹簧的螺栓松动或焊接脱焊等；机械铰链位移控制系统故障

11.3.5 工作状况评定方法及等级分类

- 1 工作状况评定采用评分评定与4级伸缩装置单项控制指标相结合的方法。
- 2 根据零部件和受力构件的缺损情况评定结果对伸缩装置的工作状况进行综合评定。
- 3 伸缩装置工作状况评分按式11.3.5计算。

$$E = \sum_{i=1}^m D_i \times W_i \quad (11.3.5)$$

式中：E - 伸缩装置工作状况评分，值域为0~100分；

D - 各缺损类别评分，值域为 0 ~ 100 分；各缺损类别等级按本规范第11.3.6 节的规定进行评定，并依据表 11.3.5-1 的规定对各缺损类别扣分（满分100分）；

m - 缺损类别种类数；

W_i - 第i类缺损类别的权重，单缝模数式伸缩装置按表 11.3.5-2 的规定取值，多缝模数式伸缩装置按表 11.3.5-3 的规定取值；

表11. 3. 5-1 伸缩装置各缺损类别评定等级扣分值

各缺损类别 评定等级	1	2	3	4
扣分值	0	10	30	60

表11. 3. 5-2 单缝模数式伸缩装置缺损类别权重

缺损类别 i	权重W _i	缺损类别i	权重W _i
锚固混凝土缺损	0.25	清洁度	0.1
橡胶密封带缺损	0.15	单缝间隙缺陷	0.25
两侧边梁缺损	0.25	——	——

表11. 3. 5-3 多缝模数式伸缩装置缺损类别权重

缺损类别 i	权重W _i	缺损类别i	权重W _i
锚固混凝土缺损	0.12	清洁度	0.05
橡胶密封带缺损	0.08	两侧边梁缺损	0.1
中梁缺损	0.25	支承系统缺损	0.25
位移控制系统缺损	0.15	——	——

- 4 伸缩装置工作状况评定等级分1级、2级、3级、4级四个级别。

表11. 3. 5-4 伸缩装置工作状况评定等级分类表

工作状况 评定等级 E	评分	技术状况描述
1级	[95, 100]	基本完好，一般日常维护后正常使用
2级	[80, 95)	局部缺损，个别零部件损坏，通过及时维护或修复更换能阻止病害发展，可正常使用

3级	[60, 80)	缺损较严重，零部件损坏较多，主要受力构件变形移位，通过更换零部件和主要受力构件修复，可继续使用
4级	[0, 60)	缺损特别严重，主要受力构件断裂移位，零部件损坏过多，难以修复的，已确认基本丧失使用功能

11.3.6 各缺损类别评定细则

对组成伸缩装置的主要受力构件、零部件和锚固连接件等进行分项分类，采用病害定性和定量相结合的方法，进行病害分类分级，按表 11.3.6-1～表 11.3.6-3 评定。

表11. 3. 6-1 锚固区混凝土、清洁度、防水系统缺损等级评定标准

	定性特征描述		定量描述
	缺损类别 i	缺损特征	
1	锚固混凝土 缺损	锚固混凝土轻度开裂（交工验收时就有）	裂缝宽度< 0.5mm，裂缝间距>1m
2		通车后锚固混凝土裂缝增多；锚固混凝土小面积破损	裂缝宽度< 1mm，裂缝间距≤1m 累计破损面积≤3%
3		锚固混凝土开裂范围较大、裂缝间距小；锚固混凝土较大面积破损，且局部锚固钢筋露筋	裂缝宽度≥ 1mm，裂缝间距≤ 0.5m 累计破损面积≤10%
4		锚固混凝土破损范围大，多处锚固失效，锚固钢筋露筋严重	累计破损范围> 15%，不规则破损
1	清洁度	基本清洁	——
2		垃圾尘土局部有，范围不大	10%<范围<30%
3		垃圾尘土较多，，范围较大	30%<范围<50%
4		垃圾尘土过多，已固结，范围大，清理难，已影响伸缩位移	范围>50%，尘土已固结，间隙被卡塞
1	橡胶密封带缺损	完好	——
2		轻度老化，局部开裂，漏水	橡胶密封带开裂破损≤ 2 处
3		密封带多处老化开裂	橡胶密封带开裂破损≥ 3 处
4		密封带破损范围很大，漏水严重	破损范围>30%

表11. 3. 6-2 单缝模数式伸缩装置各缺损类别等级评定标准

评定等级	定性特征描述		定量描述
	缺损类别 i	缺损特征	
1	单缝间隙缺陷	单缝间隙基本均匀，符合要求	—
2		单缝间隙过小或过大	10mm <间隙≤ 80mm，但不符合设计要求
3		单缝间隙通长方向一端大，一端小	间隙> 80mm，或间隙< 10mm
4		单缝整体间隙大于或小于允许值	间隙> 80mm，或基本抵死
1	两侧边梁缺损	基本完好	——
2		边梁高差不明显；边梁与桥面（路面）出现裂缝	高差< 1.5mm；裂缝大于全长的30%
3		边梁存在较小高差；边梁与桥面（路面）出现裂缝	1.5mm≤高差≤5mm；裂缝大于全长的50%

评定等级	定性特征描述		定量描述
	缺损类别 i	缺损特征	
4		边梁存在明显高差，高低不平；边梁断裂；边梁与桥面（路面）出现通长裂缝	高差> 5mm；边梁断裂失效；通长裂缝

表11.3.6-3 多缝模数式伸缩装置各缺损类别工作状况等级评定标准

评定等级	定性缺损状态描述		定量描述
	缺损类别 i	缺损状态描述	
1	两侧边梁缺损	基本完好	——
2		边梁高差不明显；边梁与桥面（路面）出现裂缝	高差< 1.5mm；裂缝大于全长的30%
3		边梁存在较小高差；边梁与桥面（路面）出现裂缝	1.5mm≤高差≤5mm；裂缝大于全长的50%
4		边梁存在明显高差，高低不平；边梁断裂；边梁与桥面（路面）出现通长裂缝	高差> 5mm；边梁断裂失效；通长裂缝
1	中梁缺损	外观平整	——
2		中梁侧向弯曲变形	中梁侧向弯曲度< 5mm/10m
3		中梁侧向弯曲明显，对接焊缝不规范，焊缝脱焊	中梁侧向弯曲度> 5mm/10m
4		中梁对接焊缝断开、母材断裂；侧向弯曲严重	中梁断裂错位≥ 1 处
1	支承系统缺损（中梁凹凸不平）	表面高低不平不明显，基本完好	——
2		中梁出现凹凸不平，支承系统承压支座和压紧支座变形不均匀	凹凸不平高差< 1.0mm
		支承系统承压支座和压紧支座变形过大或过小，产品质量一致性较差，局部滑出；支承横梁固定吊架松动导致中梁凹凸不平。明显行车跳动	承压支座和压紧支座压缩变形均匀性差；承压支座和压紧支座存在病害数量< 10%；中梁凹凸不平≤ 1.5mm，支承横梁吊架缺损≤ 1个
4		中梁表面严重凹凸不平，支承系统承压支座和压紧支座压坏或脱落较多，支承横梁吊架松动脱落，支承横梁断裂	承压支座和压紧支座缺损或损坏较多≥ 10%，支承吊架缺损≥ 2个，中梁高差> 1.5mm
1	位移控制系统缺损（中梁间隙均匀度）	中梁间隙基本均匀	——
2		中梁间隙过小或过大，压缩弹簧或剪切弹簧产品质量低劣，变形不均匀的较多，钢铰链伸缩不灵活	压缩弹簧和剪切弹簧刚度变形不均匀，沿单根中梁缺损数量≤ 2 个，剪切弹簧剪切角<35°，固定吊架松动≤10%，中梁间隙<10mm 或≥80mm，压缩弹簧压缩值>设计值 20%，机械链杆缺损数量≤ 2 个
3		压缩弹簧或剪切弹簧产品质量缺损较多，变形不均匀，机械链杆缺损，对伸缩功能影响较严重。	沿单根中梁压缩弹簧和剪切弹簧缺损数量>2 个，中梁间隙>80mm，剪切弹簧剪切角≥35°，固定吊架损坏<2个，机械链杆缺损数量>2个
4		压缩弹簧、剪切弹簧和机械链杆多处缺损，损坏，固定吊架损坏。	沿单根中梁压缩弹簧和剪切弹簧缺损数量>20%，剪切弹簧剪切角≥35°，剪切弹簧固定吊架缺损≥2个，机械链杆损坏数量>50%，中梁间隙>80mm

11.3.7 在工作状况检查和评定中，有下列情况之一是，伸缩装置应评定为4级：

- 1 锚固混凝土缺损范围大，锚固钢筋大面积外露，大面积锚固混凝土锚固性能失效，并影响行车安全。
- 2 伸缩装置型钢间隙 > 80mm 或抵死，影响梁体正常伸缩变形。
- 3 边梁、中梁断裂，影响行车安全。
- 4 支承系统损伤严重，横梁断裂或位移箱内支座滑出、支承吊架松脱导致中梁严重凹凸不平，车辆跳车严重。
- 5 位移控制系统多处损坏，中梁侧向弯曲严重。

11.3.8 伸缩装置工作状况检查记录与评定报告

- 1 桥梁伸缩装置工作状况检查记录按本规范附录 F 《伸缩装置工作状况检查记录表》的内容填写。
- 2 检查记录应有检查时间，当时的气温，主体结构情况，伸缩装置的具体位置及路段，伸缩装置设计型号和安装型号，并给出伸缩装置病害示意图；检查记录应详细描述各组件完整状况，存在磨损、锈蚀、松动、开裂的详细描述，照片编号并说明。
- 3 检查记录中的照片应针对具体缺陷进行拍摄，每一缺陷都应有对应照片，表示出整体和局部的位置关系，并按顺序编号。
- 4 检查记录应有检查人员的签字并存档。
- 5 根据检查结果编写工作状况检查与评定报告。

11.3.9 伸缩装置更换前应开展适应性评定，并应符合下列规定：

- 1 当复核原设计伸缩量与实际梁体结构伸缩量不符、过大或过小，即不适应，应变更规格型号。
- 2 原设计伸缩装置的构造埋置深度尺寸与实际梁体结构的桥面、路面厚度不匹配，即不适应，应变更规格型号。

12 养护、维修与更换

12.1 一般规定

- 12.1.1 工作状况评定等级为1级时，可正常使用，并应加强定期性检查，预防伸缩装置出现严重病害。
 - 12.1.2 工作状况评定等级为2~3级时，应及时更换零部件或修复主要受力构件。
- 开放交通前应对维修后伸缩装置的工作状况进行评定。
- 12.1.3 工作状况评定等级为4级，经专家认定后对伸缩装置进行整体或局部更换。
 - 12.1.4 例行检查发现的病害按本章节规定进行养护、维修与更换。
 - 12.1.5 伸缩装置型钢间距过大或过小，应综合分析原因。

12.2 维修要求

- 12.2.1 伸缩装置的维修包括更换零部件和修复缺损构件等，具体维修方法见表 12.2.1。

表12.2.1 伸缩装置维修项目与维修方法

类别	维修项目	维修方法
桥台	桥台沉降引起错台，高差<30mm	采用细石混凝土或高标号砂浆修补找平
防水排水系统	橡胶密封带局部破损，导水管破裂漏水	更换橡胶密封带，修复或更换导水管
锚固区混凝土	锚固混凝土局部开裂破损	采用纤维或聚合物混凝土修补锚固混凝土
单缝式伸缩装置	边梁变形、歪斜、缺损或断裂	边梁纠正后补焊接修复，对于变形严重的应予以更换，应确保边梁连接或锚固牢靠
多缝式伸缩装置	1 凹凸不平，承压支座和压紧支座缺损，中梁与支承横梁吊架松动，中梁间距拉开过大或过小，位移控制系统（压缩弹簧、机械铰链、剪切弹簧）缺损或损坏，剪切弹簧吊架松动。 2 边梁变形、歪斜、缺损或断裂；中梁对接焊缝局部脱焊或断裂；横梁脱落或断裂。	1 承压支座和压紧支座更换应逐个松开固定吊架螺栓，逐个更换，若固定吊架缺损，应连同吊架一起更换。更换安装应严格控制吊架预紧力。更换后的承压支座和压紧支座压缩变形不应超过限值，但也不应过松而导致移位或脱落。 2 位移控制弹簧的更换，应逐个松开固定位移控制弹簧的吊架螺栓，逐个更换，并应严格控制作业中的预紧力。更换后的位移弹簧不应有外鼓和初始剪切变形现象

类别	维修项目	维修方法
		象。 3 边梁、中梁、横梁纠正后补焊修复，对于变形严重的应予以更换，应确保修复后连接或锚固牢靠。

- 12.2.2 伸缩装置零部件更换安装前，应进行合格性检验，并应符合下列规定：
- 1 伸缩装置中弹性元件的质量控制技术指标和产品质量均匀性应通过产品抽样检测，并控制在 $\pm 20\%$ 允许误差范围内，质量控制技术指标及检测方法可按本规范第 8.2.2 条的有关规定执行。
 - 2 经检验合格的弹性元件和零部件，方可组装使用。
- 12.2.3 每次维修或更换零部件后，应按本规范附录 G 有关规定完整记录并签字存档。

12.3 更换设计要求

- 12.3.1 当伸缩装置更换影响交通时，应按《公路工程养护管理办法》规定，详细制定更换计划，更换设计方案，经费预算和交通管制措施等，上报主管部门审批。为不中断交通，应实施分段更换设计。
- 12.3.2 应现场实测槽口深度和槽口上、下口宽度。当实测尺寸与原伸缩装置有较大偏差时，设计时应复核实际桥梁结构的伸缩量。
- 12.3.3 对于投入运营3年以上的桥梁，其混凝土结构的收缩、徐变对伸缩量的影响可忽略。
- 12.3.4 当复核伸缩量大于或小于原设计伸缩装置安装尺寸时，则应变更或定制符合实际尺寸要求的伸缩装置规格型号进行更换。
- 12.3.5 当需要变更与原设计不同类型伸缩装置时，则应在变更设计方案中说明原因，并附有相应的变更设计资料包括施工构造措施。
- 12.3.6 更换设计应根据原伸缩装置缺损成因提出改进措施，不允许更换后重复出现原有相同病害。
- 12.3.7 伸缩量为 160mm ~ 400mm 模数式伸缩装置更换设计时，由于中梁支承横梁两端均设有位移箱，设计时支承横梁的两端，应为一端自由滑动，另一端约束铰接支承或限位装置，不应两端均可自由滑动。
- 12.3.8 大位移模数式伸缩装置更换设计时，应根据不同桥型增设缓冲限位措施。
- 12.3.9 伸缩装置更换设计的受力和构造要求应符合本规范第 6.1 ~ 6.2 条的有关规定。
- 12.3.10 对于改扩建项目，具备整条一次性更换条件的，应按新建项目要求执行；若新旧伸缩装置分次安装，应按营运项目的要求执行。
- 12.3.11 伸缩装置分段施工设计，中梁分段对接错位尺寸和错位位置应有设计施工图，并应符合产品标准规定要求。
- 12.3.12 更换设计应包括更换作业程序和实施步骤。

12.4 更换施工要求

- 12.4.1 一般要求
- 1 施工单位应根据更换设计文件编制更换施工方案。更换不同于新安装，施工方案还应包括原伸缩装置拆除方案，安装槽口修复加固和锚固筋整理修复方案，原病害成因的改进方案等。
 - 2 大位移伸缩装置更换施工过程应配备监理进行质量监控。或聘请有经验的相关专家现场指导和技术监督。
 - 3 新更换选用的伸缩装置，应按更换设计文件要求，分段施工安装的接缝错位尺寸，分段在工厂制作好。现场直接安装。
 - 4 新更换伸缩装置进入施工现场，应进行进场质量验收。进场除应有质量合格保证书外，对弹性元件应按新制定的模数式伸缩装置产品标准规定，应有出厂检验合格报告，并从厂家适当抽取 5 个以上不同类型弹性元件，委托第三方检测机构进行试验验证，确认质量合格方可使用，检测方法应符合本规范第 7.4.5 条的有关规定。
 - 5 对伸缩装置的进场验收，对异型钢的断面尺寸应按产品规范规定进行尺寸验收。对异型钢的制作钢材，应在工厂取样，委托第三方检测机构加工成拉伸试验标准试样，进行定性检测，确认所用钢材应符合产品标准规定。

- 6 伸缩装置更换前，安装槽口及锚固筋位置可根据实际情况予以调整，但应满足锚固要求。
- 7 伸缩装置的更换安装应符合本规范第 10 章和 JTG/T F50 规范第 21.3 条的有关规定。
- 8 在对已通车桥梁更换伸缩装置时，应分段、分车道施工，满足正常通行要求。
- 9 施工作业期间，各种交通安全标志的设置、施工人员安全服、安全帽的穿戴应符合 JTG F90 的要求。
- 10 通车条件下施工时，施工作业应满足 JTG H30 的要求，并设置足够数量的安全警示灯。

12.4.2 原伸缩装置的拆除与槽口修复

1 原伸缩装置的拆除：按拆除方案要求，根据拆除方案和拆除顺序进行拆除。应先凿除锚固区混凝土，露出原预埋钢筋和位移箱，然后切断原预埋钢筋与伸缩装置的锚固连接和支承横梁与位移箱的连接，最后拆除整个伸缩装置。注意保护原安装槽口。

2 拆除后的安装槽口和原预埋钢筋的整理与修复：原伸缩装置拆除后，对安装槽口内原锚固混凝土彻底清理，对局部损坏的槽口进行修复或加固，对原预埋钢筋进行整理，补筋或植筋，使之符合新的伸缩装置的安装要求。

12.4.3 更换伸缩装置的安装施工

1 安装槽口修复加固和原预埋钢筋整理修复后，应检查符合安装条件后，按施工方案要求实施新更换伸缩装置的安装就位。

2 单缝模数式伸缩装置更换方法

架设新更换的伸缩装置于槽口和构造缝位置，并调整伸缩装置的边梁安装位置和平整度，然后将边梁的锚固筋与预埋筋点焊连接并定位，定位后由中间往两边焊接，防止焊接变形，安装缝宽应符合更换设计和相关设计规范要求。

3 多缝模数式伸缩装置更换方法

1) 伸缩装置安装就位，使其中心位置应与槽口中心线重合，应调整支承横梁和原位移箱位置的高差，保持处于同一水平线上，左右方向偏差应控制 $\leq 1\text{mm}$ ，保障主桥纵向自由伸缩位移。

2) 伸缩装置整体调平，控制边梁标高应略低于路面 $1\text{mm} \sim 2\text{mm}$ 。分段更换时的中梁对接错缝位置和尺寸，应符合更换设计要求。（同样适用于单缝模数式伸缩装置）

3) 伸缩装置的中梁安装缝宽，应根据所在地区的昼夜温差和更换时的气温条件，按本规范第 6.3.3 条计算得到的伸缩装置开口量和闭口量进行综合考虑，更换安装时间应按 JTG/T F50 规范规定，选择在白天温差变化相对较小的时段。

12.4.4 更换后的锚固混凝土浇筑与养生

1 伸缩装置分段更换检查合格后，应立即浇筑锚固混凝土。

2 更换的锚固混凝土强度等级应不低于 C50，宜选择钢纤维混凝土或聚合物混凝土，并应设置防裂钢筋网。钢纤维混凝土应采用强制性搅拌机拌和，防止钢纤维结团。钢纤维掺量按每立方混凝土不应少于 60kg/m^3 。

3 浇筑混凝土时应防止混凝土撒落在橡胶密封带缝隙内或伸缩装置表面，若出现应及时清除。浇筑结束后应采用土工布铺设在混凝土上面，定时浇水养护，养护时间应不少 7 天（早强型混凝土养护时间可经论证确定），待混凝土达到设计强度等级后方可开放交通。

12.5 更换后的质量验收要求

12.5.1 验收依据

- 1 原设计图纸，包括原施工图和竣工图。
- 2 交通运输部相关设计规范和产品标准。
- 3 伸缩装置更换设计文件。
- 4 新更换的伸缩装置，应具有产品合格证及质量保证书，生产厂家和生产日期等。

12.5.2 验收项目与质量验收要求

- 1 验收资料应齐全，包括伸缩装置更换设计文件，施工资料。
- 2 更换后的伸缩装置应符合更换设计方案要求。
- 3 伸缩装置更换实测项目应符合表 12.5.2 的规定，对不合格的应返工处理。

表12.5.2 伸缩装置更换实测项目

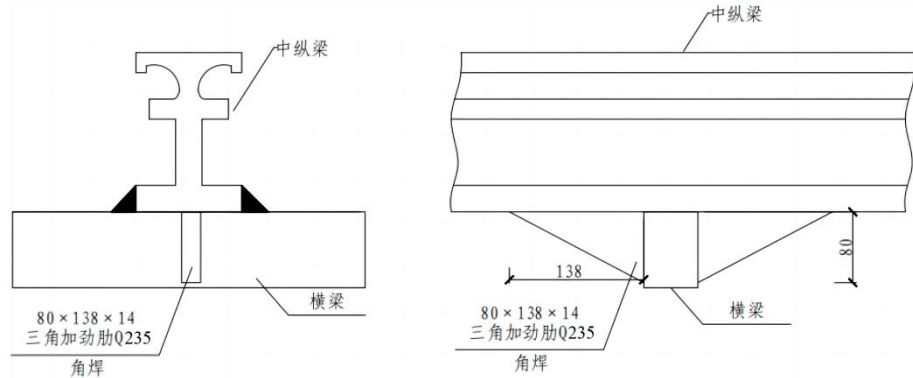
项次	检查项	要求		检查方法与频率	返工标准
1	锚固区混凝土（MPa）	在合格标准内		按 JTG 5220-2020 附录 D 的有关规定执行	
2	长度（mm）	± 5		钢卷尺，每道	最低合格率 80%
3	缝宽误差（mm）	按安装时气温折算，± 2		尺量，每道测 5 处	
4	横桥向平整度（mm）	≤ 3		3m 直尺，每道顺长度方向检查伸缩装置及锚固混凝土各2尺。	
5	型钢上表面与桥面高差（mm）	-2~ 0		尺量，伸缩装置两侧各测5处	
6	纵坡（%）	一般	±0.5	水准仪，每道测纵向锚固区混凝土5处	
		大型	±0.2		
7	焊缝尺寸（mm）	满足设计要求		量规，检查全部，每条焊缝检查2处	
8	焊缝探伤	满足设计要求，设计未要求时按焊缝质量二级		超声法，检查全部，每条焊缝全长探伤	

4 伸缩装置更换外观质量应符合下列规定:

- 1) 伸缩装置应无渗漏、异常变形、破损、开裂。
- 2) 锚固混凝土应密实, 无空洞、蜂窝、露筋及宽度超过 0.2mm 的裂缝, 且与桥面衔接平顺。
- 3) 焊缝应成形良好, 无裂缝、未熔合、夹渣、未填满弧坑、电弧擦伤、焊瘤等外观缺陷。
- 4) 伸缩缝内及伸缩装置中应干净, 无积土、垃圾等杂物。
- 5) 所有构造连接部位螺栓螺帽无松动, 焊接无缺陷。
- 6) 支承横梁的承压支座和压紧支座压缩变形正常。
- 7) 位移控制元件安装质量应符合质量要求, 处于正常工作状态, 应无超压缩变形和超剪切变形现象。

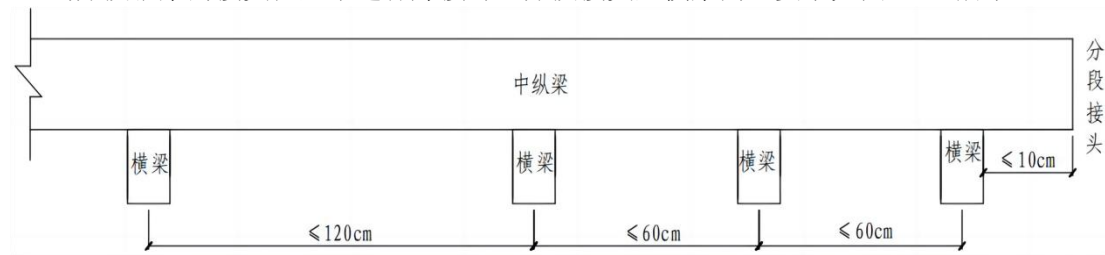
附录 A
(规范性)
横梁间距和纵横梁连接要求

A.1 可通过焊接加劲肋来增强中纵梁与横梁的连接性能（如D160直梁式伸缩装置，或格栅式伸缩装置），如图 A.1 所示。分段接头处横梁靠近接头侧的加劲肋尺寸和多横梁的加劲肋尺寸可适当调整。



图A.1 增强纵梁与横梁连接形式示意图

A.2 当分段纵梁的接头位置不进行焊接时，分段接头处横梁间距要求见图 A.2 所示。



图A.2 横梁间距要求示意图

附录 B
(规范性)
伸缩装置减振、降噪性能试验方法

B.1 试验条件

在无雨雪、无雷电、风速小于 5m/s、环境噪音低于 60dB(A)、无突发噪声干扰的公路或模拟公路上进行检测。

B.2 试验场地

试验场地宜选在锚固区混凝土凝固、伸缩装置安装质量检测合格的桥位现场,也可在长度大于 20 m、宽度大于 3.75 m 的试验沥青道路进行试验,试验路面不宜产生过大的轮胎噪声,应符合 GB 1495 的规定。

B.3 试验方法

B.3.1 试验仪器设备

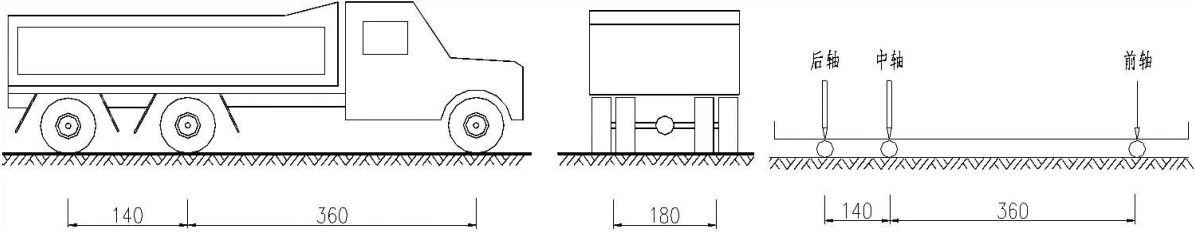
试验仪器设备按表 B.3.1 进行准备,仪器设备应满足现场测试要求。

表B.3.1 试验仪器设备

序号	仪器设备名称
1	声级计
2	高灵敏度麦克风
3	动态数据采集仪
4	动态信号采集系统
5	钢卷尺
6	笔记本电脑

B.3.2 试验车辆

试验车辆采用 1 辆为总重 350 kN 的载重卡车,试验车辆尺寸详见图B.3.2。



图B.3.2 试验车辆示意图 (单位: cm)

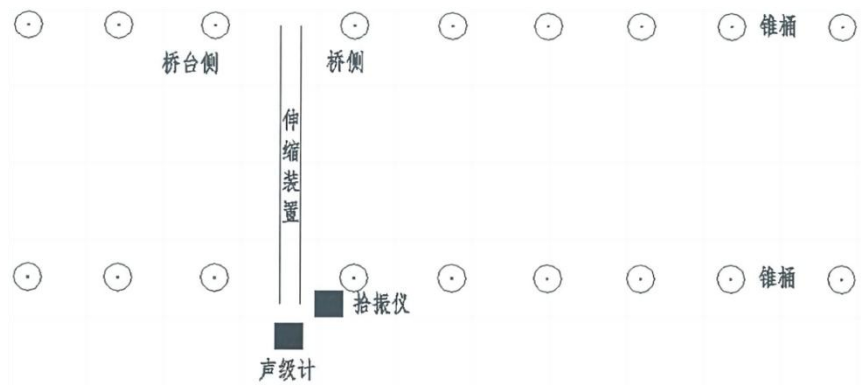
B.3.3 振动及噪声测点布置

在临近伸缩装置的平整沥青路面、锚固区混凝土表面布置声级计或加速度传感器,测取试验车辆通过伸缩装置时的噪声峰值和梁体振动加速度,布置详见图 B.3.3 所示。噪声值测点设置于路面 1.2 m 高度处,距行驶中心线外 3 m;伸缩装置噪声峰值测点与平整沥青路面噪声峰值测点保证 10 m 以上距离。

B.3.5 试验车辆分别以 60km/h 速度匀速依次通过加强型伸缩装置和常规型伸缩装置,分别测取试验车辆通过伸缩装置时锚固区梁体的振动加速度。

B.3.6 试验车辆分别以 60km/h 速度匀速依次通过加强型伸缩装置,分别测取试验车辆在平整沥青路面行车及通过伸缩装置时的噪声峰值。

B.3.7 测量应重复至少3次，并分别记录每次测量数据，取各次测量的算术平均值作为最终结果。任一次的测量结果与平均值差值在 3dB(A) 以上时，该测量结果无效，应增加测量次数，以获得具有较好可重复性的结果。



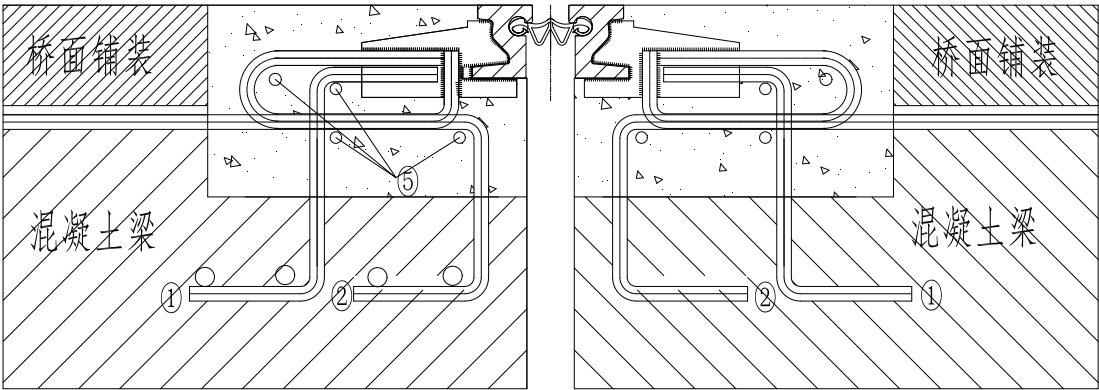
图B.3.3 振动及噪声测点布置示意图

B.4 试验报告

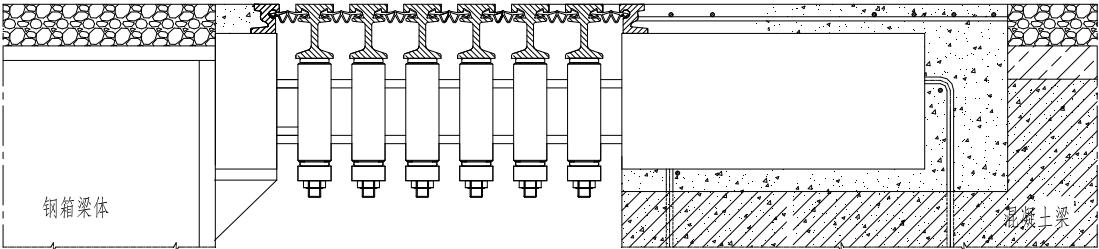
试验报告应包括以下内容：

- B.4.1 试验概况：包括试验设备、试验环境参数、试验车辆、试验伸缩装置规格等；
- B.4.2 试验过程描述：试验中如有异常情况发生，应详细描述异常情况发生的过程；
- B.4.3 得出试验结果：包括试件概况、环境描述、输出所有试验要求的数据并依照要求做分析，提供加强型伸缩装置减振与降噪性能试验评定结果；
- B.4.4 试验附件：试验现场的试验过程及安装的照片。

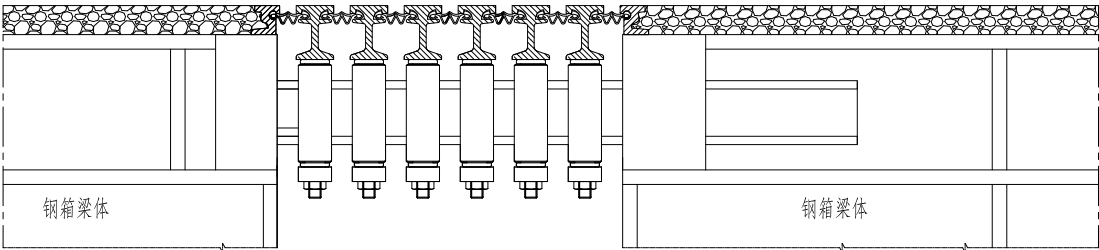
附录 C
(规范性)
混凝土梁、钢箱梁、钢箱梁+混凝土梁形式的伸缩装置构造



图C.1 混凝土梁与混凝土梁伸缩装置结构构造示意图



图C.2 混凝土梁与钢箱梁伸缩装置结构构造示意图



图C.3 钢箱梁与钢箱梁伸缩装置结构构造示意图

附录 D

(规范性)

桥梁伸缩量与安装宽度计算示例

某预应力混凝土梁桥梁长 50m，温度变化范围 $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ ；线膨胀系数 $\alpha = 1 \times 10^{-5}$ ；收缩应变 $\varepsilon = 2 \times 10^{-4}$ ；徐变系数 $\phi = 2.0$ ；收缩、徐变折减系数 $\beta_s = 0.6$ ；梁截面平均轴向应力 $\sigma_p = 8.12\text{MPa}$ ；混凝土弹性模量 $E_c = 3.45 \times 10^4\text{MPa}$ ；安装温度 20°C 。

D.1 伸缩量计算

D.1.1 按本规范 9.3.2 计算温度变化引起的伸缩量 Δl_t^+ 和 Δl_t^- ：

$$\begin{aligned}\Delta l_t^+ &= (T_{\max} - T_{\text{set}}) \cdot \alpha L \\ &= 15 \times (1 \times 10^{-5}) \times 50000 = 7.5\text{mm} \\ \Delta l_t^- &= (T_{\text{set}} - T_{\min}) \cdot \alpha L \\ &= 25 \times (1 \times 10^{-5}) \times 50000 = 12.5\text{mm} \\ \Delta l_t &= (T_{\max} - T_{\min}) \cdot \alpha L \\ &= 40 \times (1 \times 10^{-5}) \times 50000 = 20\text{mm}\end{aligned}$$

D.1.2 按本规范 9.3.2 计算混凝土收缩徐变引起的伸缩量 Δl_s 和 Δl_c ：

$$\begin{aligned}\Delta l_s &= \varepsilon \beta_s L \\ &= 2 \times 10^{-4} \times 0.6 \times 50000 = 6\text{mm} \\ \Delta l_c &= (\sigma_p / E_c) \phi \beta_s L \\ &= (8.12 / 34500) \times 2 \times 0.6 \times 50000 = 14.1\text{mm}\end{aligned}$$

D.1.3 按本规范第 9.3.2 节的有关规定计算伸缩装置在安装后的闭口量 C^+ 和开口量 C^- ：

$$\begin{aligned}C^+ &= \Delta l_t^+ + \Delta l_b^+ = 7.5\text{mm} \\ C^- &= \Delta l_t^- + \Delta l_s^- + \Delta l_c^- + \Delta l_b^- \\ &= 12.5 + 6 + 14.1 = 32.6\text{mm}\end{aligned}$$

伸缩装置的伸缩量 C 应满足：

$$\begin{aligned}C &\geq C^+ + C^- \\ &\geq 7.5 + 32.6 = 40.1\text{mm}\end{aligned}$$

D.1.4 选用伸缩装置时，一般对伸缩量考虑一定的安全储备（ $\beta = 1.2$ ），保证伸缩装置的使用效果和耐久性，此例伸缩装置设计伸缩量可取 $1.2 \times 40.1 = 48.1\text{mm}$ 。

D.2 安装宽度估算

伸缩装置的安装宽度 B 根据开口量和闭口量进行综合考虑，也可按下式估算：

$$\begin{aligned}B &= \alpha \beta (T_{\max} - T_{\text{set}}) \cdot L + B_{\min} \\ &= 1.2 \times 15 \times (1 \times 10^{-5}) \times 50000 + B_{\min} \\ &= 9.0\text{mm} + B_{\min}\end{aligned}$$

附 录 E
(资料性附录)
伸缩装置经常检查记录表

路线名称			检测日期	
桥梁名称			伸缩装置位置	
伸缩装置型号			气温 (°C)	
部件名称	缺损类型/信息		缺损范围	详细描述
锚固区混凝土	1. ☐ 正常 2. ☐ 横裂 3. ☐ 破损 4. ☐ 错台 5. ☐ 其他			
防水密封系统 (橡胶密封带)	1. ☐ 正常 2. ☐ 淤积泥沙 3. ☐ 破损 4. ☐ 脱槽 5. ☐ 其他			
边 (中梁)	外观	1. ☐ 正常 2. ☐ 锈蚀 3. ☐ 变形 4. ☐ 纵梁与锚固砟剥离 5. ☐ 开裂 6. ☐ 断裂 7. ☐ 其他		
	位移	1. ☐ 正常 2. ☐ 局部缝隙不均匀 3. ☐ 缝隙严重不均匀 4. ☐ 竖向局部、轻微错台 5. ☐ 竖向严重错台 (≥10mm) 6. ☐ 横向错位 7. ☐ 其他		
异常声响				
其他				

检测

记录

复核

附 录 G
(资料性附录)
伸缩装置维修与零部件更换质量评定记录表

天气:				气温:			
路段名称		设计单位		施工单位		更换单位	
管养单位		伸缩装置 生产单位		更换日期		更换评定日期	
桥梁名称 位置、桩号	跨径	桥型/结构 形式	伸缩装置 规格型号	缺损项目名 称	更换/维修 范围	更换/维修 数量	更换/维修 效果
评定意见							
更换单位 项目经理		评定专家		管养单位 负责人		记 录	

注：零部件包括弹性元件、固定螺栓螺母、固定吊架、橡胶密封带等。

用词说明

1 本标准执行严格程度的用词，采用下列写法：

- 1) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”。
- 2) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。
- 3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

- 1) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准或行业标准时，应表述为“应符合×××××的有关规定”。(×××××为标准编号)
- 2) 当引用标准中的其他规定时，应表述为“应符合本标准（规范/规程/指南……）第×章的有关规定”、“应符合本标准（规范/规程/指南……）第×.×节的有关规定”、“应按本标准（规范/规程/指南……）第×.×.×条的有关规定执行”。