

交通运输行业标准

《公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置》

(征求意见稿)

编制说明

《公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置》编写组

2017 年 7 月 26 日

目 录

1 工作简况.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 协作单位.....	1
1.3 主要工作过程.....	1
1.4 标准主要起草人及分工.....	2
2 标准编制原则和内容的编制依据.....	2
2.1 标准编制原则.....	2
2.2 标准主要内容的编制依据.....	3
3 技术经济论证和预期的经济效果.....	25
4 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平 的对比情况.....	26
5 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系.....	27
6 重大分歧意见的处理经过和依据.....	27
7 其他应予说明的事项.....	27

《公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置》征求意见稿编制说明

1 工作简况

1.1. 任务来源

桥梁伸缩装置是公路桥梁桥面的重要组成部分，车辆荷载通过伸缩装置时产生的噪声和振动对行车安全舒适和周围环境造成较大的影响，至今未有合适产品改变这一现状。

受交通运输部科技司委托，按照《交通运输部关于下达2017年交通运输标准化计划的通知》（交科技函〔2017〕412号）的要求，上海市城市建设设计研究总院、上海彭浦橡胶制品有限公司和同济大学共同承担《公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置》计划编号JT 2017-137 的编制任务。按照交通部相关文件的规定，开展编制工作。

1.2. 协作单位

标准主编单位：上海市城市建设设计研究总院；

标准参编单位：上海彭浦橡胶制品有限公司

同济大学

标准归口单位：全国交通工程设施（公路）标准化技术委员会（SAC/TC223）。

1.3. 主要工作过程

2014年8月，上海市城市建设设计研究总院、上海彭浦橡胶制品有限公司和同济大学成立技术小组，开展对公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置研究开发、设计计算、试制试验以及鉴定和专利申请工作；

2016年3月，上海市城市建设设计研究总院组织筹备了标准起草组，确立了编写组的组织架构，开始组织《公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置》行业标准的申请和编制工作；

2017年4月，全国交通工程设施（公路）标准化技术委员会主持召开本标准的大纲审查会；会后编写组讨论后初步形成标准草案，经充分讨论调研后形成标准征求意见稿及编制说明；

2017年7月，全国交通工程设施（公路）标准化技术委员会组织召开本标准的征求意见稿审查会；

1.4. 标准主要起草人及分工 (见表 1)

表 1 标准主要起草人及分工

序号	姓名	技术职称	工作单位	主要工作
1	周 良	教授级高工	上海市城市建设设计研究总院	标准编制组组长，负责组织完成标准编制大纲、征求意见稿、送审稿和报批稿及其对应的编制说明的编制和审定工作。
2	闫兴非	教授级高工	上海市城市建设设计研究总院	标准编制组副组长，协助组长完成标准编制大纲、征求意见稿、送审稿和报批稿及其对应的编制说明的编制和审定工作。
3	党新志	高级工程师	同济大学	标准编制组副组长，协助组长完成标准编制大纲、征求意见稿、送审稿和报批稿及其对应的编制说明的编制和审定工作。
4	陆元春	教授级高工	上海市城市建设设计研究总院	负责完成标准的汇总、通稿和校阅等工作。
5	袁万城	教授	同济大学	
6	吴德兴	工程师	上海彭浦橡胶制品有限公司	
7	侯伟	高级工程师	上海市城市建设设计研究总院	具体负责完成标准的第一章：范围、第二章：规范性引用文件、第三章：术语和定义、第四章：结构形式、规格和型号、以及附录 A：伸缩装置产品结构系列。
8	甘露	工程师	上海市城市建设设计研究总院	
9	李雪峰	高级工程师	上海市城市建设设计研究总院	
10	张涛	工程师	上海市城市建设设计研究总院	
11	张凯龙	工程师	上海市城市建设设计研究总院	
12	谷屹童	博士研究生	同济大学	具体负责完成标准的第五章：技术要求、第六章：试验方法、以及附录 B：伸缩装置噪声性能试验方法。
13	王建国	博士研究生	同济大学	
14	朱峰	工程师	上海彭浦橡胶制品有限公司	
15	侯红卫	工程师	上海彭浦橡胶制品有限公司	具体负责完成标准的第七章：检验规则。
16	赵忠卫	工程师	上海彭浦橡胶制品有限公司	
17	王晓东	工程师	上海彭浦橡胶制品有限公司	具体负责完成标准的第八章：标志、包装、运输及储存。
18	沈依文	工程师	上海彭浦橡胶制品有限公司	

2 标准编制原则及主要内容的编制依据

2.1. 标准编制原则

适用性：标准编制工作必须认真贯彻国家相关法律法规和方针政策，标准中所有规定的内容均不得与现行法律法规相违背，同时应结合我国公路桥梁发展现状，充分考虑标准使用各方的技术水平和使用要求，兼顾全社会各方的利益。

先进性：充分借鉴国内外先进技术标准，体现行业的发展方向和科技发展水平，也有利于我国标准化与国际接轨。

成熟性：充分调研国内外产品应用情况，分析其技术特点和技术要求，不断完善本标准技术内容编制工作，有效保证生产的正常进行和标准的有效实施。

经济性：合理考虑企业生产成本与检测机构检测能力，在满足技术要求情况下降低成本、节约能源；并推广先进技术成果，做到技术上先进、经济上合理。

2.2. 标准主要内容的编制依据

1) 产品定义及适用范围

本项目结合对公路桥梁各类伸缩装置的研究分析，形成了一种低噪声、安全耐用、性价比合理的桥梁降噪减振橡胶伸缩装置的研究成果，具备降低噪声，减少梁端振动的作用。其采用波形橡胶伸缩槽，且在表面设计成独特的高耐磨橡胶曲线轮胎型花纹，汽车轮胎着地宽度与伸缩槽沿口呈斜交接触，不仅能充分降低轮胎冲击伸缩槽时产生的噪声，而且在伸缩量最大时，能均匀变形，保持伸缩装置平整，以及提高使用的耐久性；在伸缩装置支承板下部设置作为缓冲的高阻尼橡胶减振支座，增加结构阻尼，当车辆通过伸缩装置时，由于减振支座吸能作用，在减少对梁端振动的同时又减小了振动噪音；采用边钢梁与支承钢板相结合，橡胶板与边钢梁采用热硫化形成本体，整体性能好，锚固牢靠，不用螺栓与钢构件固定，避免伸缩装置松动甚至脱落，保证行车安全可靠。

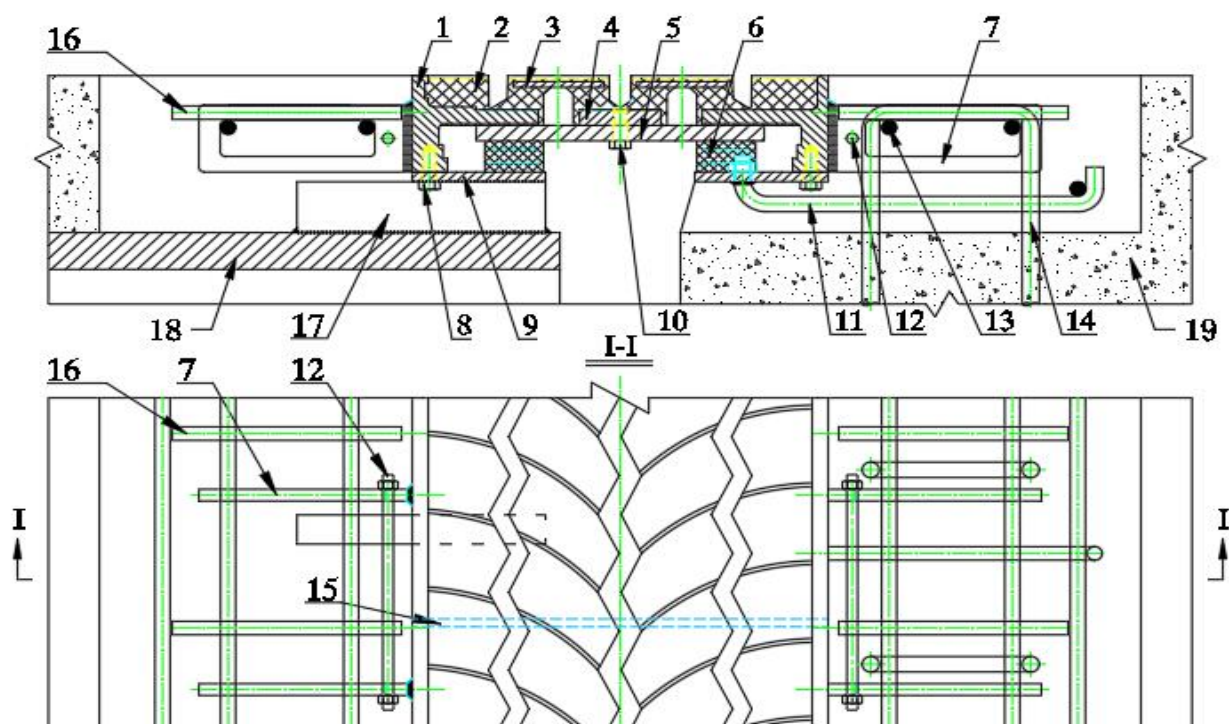
产品定义：“采用波形板式交错高强度耐磨橡胶板和高阻尼减振橡胶支座实现降低冲击噪音和减振功能的伸缩装置”。

本标准适用于伸缩量为80mm~200mm桥梁伸缩装置，其它结构工程可参照使用。

2) 产品结构形式及分类

公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置由有数个节段组成,每个节段由钢纵梁、高强度耐磨齿形带轮胎花纹橡胶板、高阻尼减振支座、支座支承钢板、支座底钢板、加劲钢板、锚固钢板、锚固钢筋、高强度定位固定螺栓、接缝拉紧螺杆等组成。伸缩装置结构见图1。

公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置（以下简称伸缩装置）节段长1.2m，在现场拼接。节段接缝端面为凹凸卡槽，采用加注自硫性橡胶胶黏剂粘结封闭，并将节段由二侧的接缝拉紧螺杆压紧固定。



说明:

- | | |
|-------------------------|--------------|
| 1—边纵钢梁; | 11—锚固钢筋; |
| 2—橡胶伸缩体面层带轮胎花纹高强度耐摩橡胶层; | 12—节段接缝拉紧螺杆; |
| 3、4—加筋钢板; | 13—纵向分布钢筋; |
| 5—支座顶板; | 14—预埋钢筋; |
| 6—高阻尼减振橡胶支座; | 15—节段端部卡榫接缝; |
| 7—锚固钢板; | 16—分布筋; |
| 8—高强度定位固定螺栓; | 17—支撑块; |
| 9—支座底钢板; | 18—钢梁; |
| 10—高强度定位固定螺栓; | 19—混凝土梁。 |

图 1 伸缩装置结构示意图

伸缩装置规格见表 2。

表 2 伸缩装置规格表

型号	允许伸缩量 (mm)	梁端最大间距 (mm)	多向位移量			竖向和 水平转角
			顺桥向		横桥向 (mm)	
			伸长量 (mm)	压缩量 (mm)		rad
JJZ-80	80	145	45	35	±60	0.03
JJZ-120	120	210	70	50	±60	0.03
JJZ-160	160	270	90	70	±80	0.03
JJZ-200	200	360	110	90	±100	0.03

3) 技术性能要求

欧洲《Guideline for European Technical Approval of Expansion Joints for Road Bridges》对伸缩装置的技术要求的规定较为系统，如表3，并在总则及各个分册中分别规定了相应的试验要求。

表 3

性能要求	具体技术要求
机械承载力和稳固性	机械抗力
	抗疲劳性
	动力特性
	位移能力
	可清洁性
	耐磨性
	水密性
行车安全性	表面允许的缝隙和空隙
	行驶表面的水平差异
	抗滑性
	排水能力
耐久性	抵抗下列因素的耐久性特征： 腐蚀、老化、化学原因、温度、紫外线辐射、冻融、臭氧

参照欧洲伸缩装置产品标准，本标准结合伸缩装置的现有技术成果，按照伸缩装置的功能要求和使用要求，提出了四项总体要求：

- ① 变形性能：伸缩装置应适应、满足桥梁纵横竖三向变形要求；当桥梁变形使伸缩装置产生显著的竖向错位和横向错位时，宜通过专门研究确定伸缩装置的竖向转角和平面转角性能要求，并进行专门的变形性能检测；
- ② 防水性能：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；
- ③ 承载性能：在车辆轮载作用下，伸缩装置各部件及连接应安全可靠；
- ④ 耐久性能：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；
- ⑤ 降噪性能：同等环境条件下，相对于钢板梳齿形伸缩装置，达到降噪声6-8dB的设计目标。

标准给出伸缩装置整体性能要求见表4。

表4 伸缩装置整体性能

序号	项 目	要 求
1	拉伸压缩时最大水平摩阻力 (kN/m)	80 型 ≤ 50 ; 120 型 ≤ 60 ; 160 型 ≤ 65 ; 200 型 ≤ 75
2	拉伸压缩时变位均匀性 (mm)	每单元位移偏差 $-3\sim 3$
3	横向错位 (度)	横向倾斜角度 $\geq 3^\circ$
4	竖向错位 (%)	相当顺桥向产生 5%坡度
5	纵向错位 (mm) 纵向 1.2m 范围内两端相差	80 型 ≥ 40 ; 120 型 ≥ 60 ; 160 型 ≥ 80 ; 200 型 ≥ 100

根据以上性能要求,编制组委托交通运输部公路科学研究所公路工程检测中心对公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置的横向错位、竖向错位、纵向错位、拉伸压缩时最大水平摩阻力、拉伸压缩时变位均匀性等进行试验,以探究其整体性能满足研究目标要求开展了试验研究,试验结果见表5。试验结果数据显示,伸缩装置的各项性能均符合《公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置》标准要求,达到研究目标。

表5 伸缩装置整体性能试验结果

检测项目		标准及设计要求	检测结果
拉伸压缩时最大水平摩阻力 (kN/m)		80 型 ≤ 50	49.38
拉伸压缩时变位 均匀性 (mm)	每单元 位移偏差	$-3\sim 3$	-3
纵向错位		纵向 1.2m 范围内两端 相差: 80 型 $\geq 40\text{mm}$	40
竖向错位		相当顺桥向产生 5%坡度	5.3%
横向错位		横向倾斜角度 $\geq 3^\circ$	3.3°
防水性能		注水 24h 无渗漏	注水 24h 无渗漏
锚固性能		锚固件不脱落,钢构件不开裂, 试样无重大裂纹和破损现象	锚固件不脱落,钢构件不开裂, 试样无重大裂纹和破损现象
备注		样品长度 1.2m	

承载性能方面:编制组进行了详细设计计算保证在车辆轮载作用下,伸缩装置各部件及连接应安全可靠。公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置设计荷载参照 JTG D60-2015《公路桥涵设计通用规范》中公路-I 级标准要求,即以卡车后轮轴重为 140kN,每个后轮荷载 70kN,结构重要性系数取 1.1,车辆荷载分项系数为 1.8;冲击系数为 0.3。(如图 2 所示)

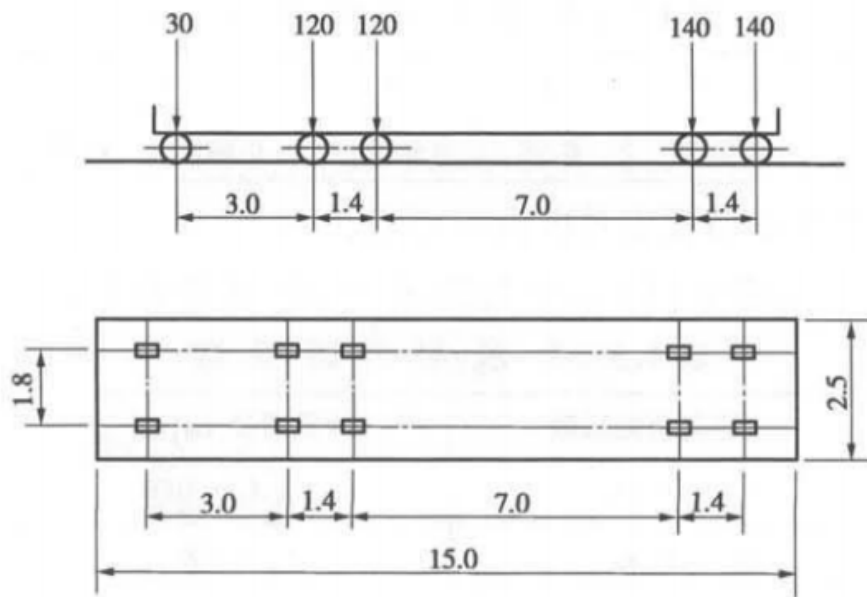


图2 公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置设计荷载示意图

(1) 一般车辆荷载工况

根据 JTG D60-2015《公路桥涵设计通用规范》第 4.3 条，确定车辆荷载 70kN；根据 JTG D60-2015《公路桥涵设计通用规范》第 4.1.5 条，确定车辆荷载分项系数为 1.8；根据 JTG D60-2015《公路桥涵设计通用规范》第 4.3.2 条，确定冲击系数为 0.3。故计算活载为：
 $1.8 \times (1 + 0.3) \times 70 = 163.8 \text{ kN}$

伸缩缝型号：80mm

① 恒载

根据 JTG D60-2015《公路桥涵设计通用规范》第 4.1.5 条，确定恒载分项系数为 1.2。
 此型号计算恒载为： $1.2 \times 0.618 = 0.7416 \text{ kN}$

② 强度验算

此型号板厚 16mm，钢材 Q345。根据 JTG D64-2015《公路钢结构桥梁设计规范》第 3.2.1 条，设计强度 $f_d = 270 \text{ MPa}$ ， $f_{vd} = 155 \text{ MPa}$ 。根据 JTG D60-2015《公路桥涵设计通用规范》第 4.1.5 条，确定重要性系数 $\gamma_0 = 1.1$ 。

恒载最大正应力为 0.286MPa，最大剪应力为 0.095MPa，活载最大正应力为 215.300MPa，最大剪应力为 65.530MPa。

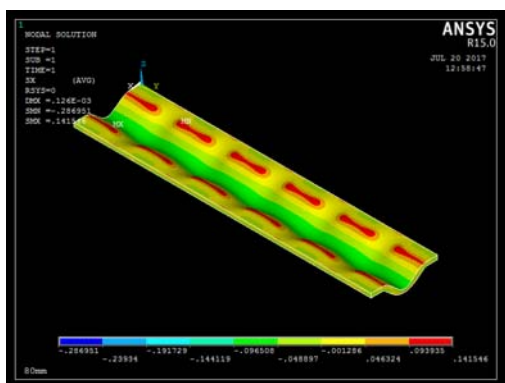
故最大正应力为： $0.286 + 215.300 = 215.586 \text{ MPa}$

最大剪应力为： $0.095 + 65.530 = 65.625 \text{ MPa}$

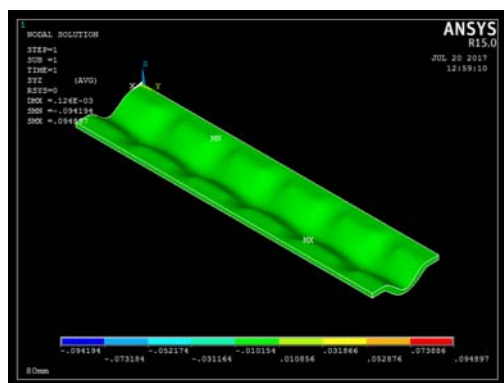
由此可得： $\gamma_0 \sigma_x = 1.1 \times 215.586 = 237.1446 \text{MPa} < f_d = 270 \text{MPa}$

$$\gamma_0 \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{f_d}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{f_{vd}}\right)^2} = 1.1 \times \sqrt{\left(\frac{215.586}{270}\right)^2 + \left(\frac{65.625}{155}\right)^2} = 0.994 < 1$$

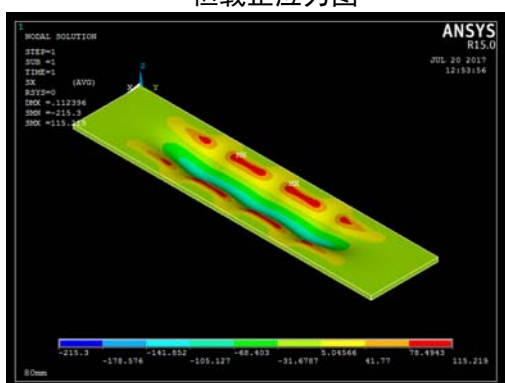
综上，80mm 伸缩缝的强度满足要求。



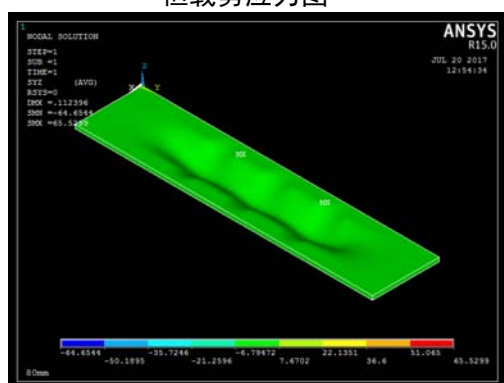
恒载正应力图



恒载剪应力图



活载正应力图



活载剪应力图

③ 竖向挠度验算

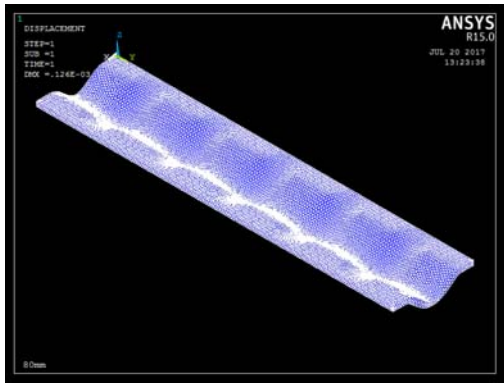
根据 JT/T 327-2016《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》附录 A.3.4，竖向挠度应不大于计算跨径的 1/600。取计算跨径为伸缩缝纵桥向长度，此型号为 270mm。

此型号伸缩缝恒载挠度 0.000126mm，活载挠度 0.112mm。

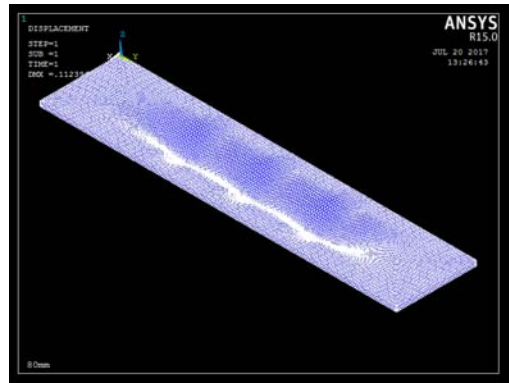
总挠度为：0.000126+0.112=0.112126mm

$$270/600=0.45\text{mm} > 0.112126\text{mm}.$$

综上，80mm 伸缩缝的竖向挠度满足要求。



恒载变形图



活载变形图

伸缩缝型号：120mm

① 恒载

根据 JTG D60-2015 《公路桥涵设计通用规范》第 4.1.5 条，确定恒载分项系数为 1.2。
此型号计算恒载为：1.2×0.938=1.1256kN

② 强度验算

此型号板厚 20mm，钢材 Q345。根据 JTG D64-2015 《公路钢结构桥梁设计规范》第 3.2.1 条，设计强度 $f_d=270\text{MPa}$ ， $f_{vd}=155\text{MPa}$ ；根据 JTG D60-2015 《公路桥涵设计通用规范》第 4.1.5 条，确定重要性系数 $\gamma_0=1.1$ 。

恒载最大正应力为 0.432MPa，最大剪应力为 0.157MPa，活载最大正应力为 192.875MPa，最大剪应力为 64.879MPa。

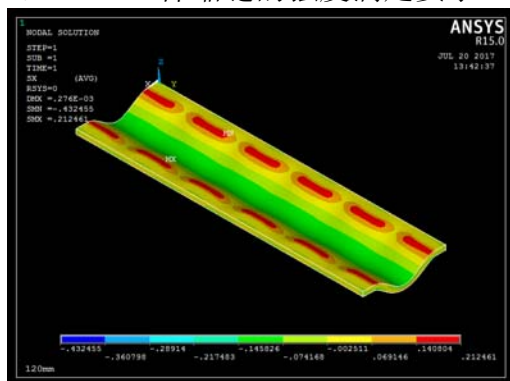
故最大正应力为：0.432+192.875=193.307MPa

最大剪应力为：0.157+64.879=65.036MPa

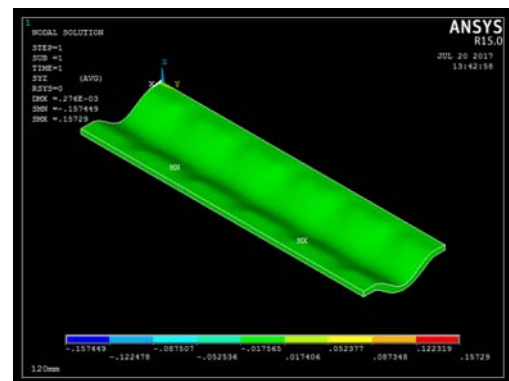
由此可得： $\gamma_0 \sigma_x = 1.1 \times 193.307 = 212.6377\text{MPa} < f_d = 270\text{MPa}$

$$\gamma_0 \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{f_d}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{f_{vd}}\right)^2} = 1.1 \times \sqrt{\left(\frac{193.307}{270}\right)^2 + \left(\frac{65.036}{155}\right)^2} = 0.913 < 1$$

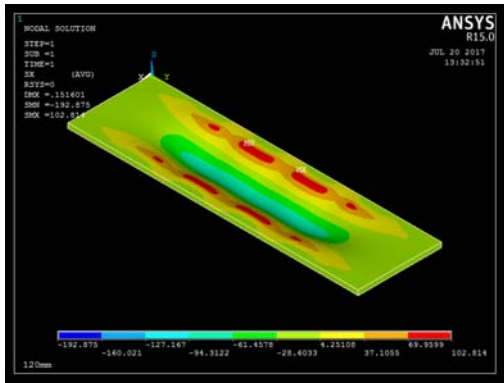
综上，120mm 伸缩缝的强度满足要求。



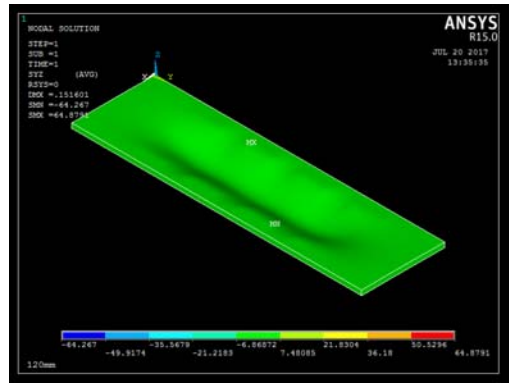
恒载正应力图



恒载剪应力图



活载正应力图



活载剪应力图

③ 竖向挠度验算

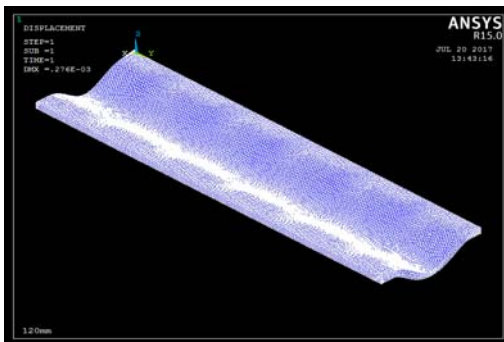
根据 JT/T 327-2016《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》附录 A.3.4，竖向挠度应不大于计算跨径的 1/600。取计算跨径为伸缩缝纵桥向长度，此型号为 345mm。

此型号伸缩缝恒载挠度 0.000276mm，活载挠度 0.152mm。

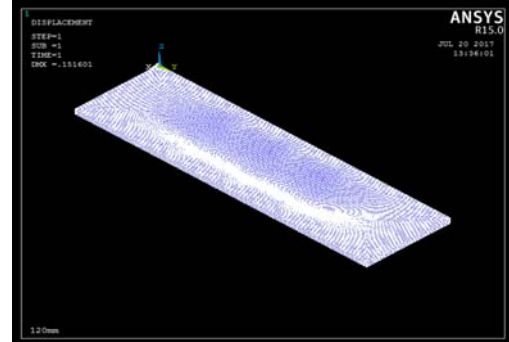
总挠度为：0.000276+0.152=0.152276mm

$345/600=0.575\text{mm} > 0.152276\text{mm}$ 。

综上，120mm 伸缩缝的竖向挠度满足要求。



恒载变形图



活载变形图

伸缩缝型号：160mm

① 恒载

根据 JTG D60-2015《公路桥涵设计通用规范》第 4.1.5 条，确定恒载分项系数为 1.2。此型号计算恒载为：1.2×0.618=0.7416kN

② 强度验算

此型号板厚 25mm，钢材 Q345。根据 JTG D64-2015《公路钢结构桥梁设计规范》第 3.2.1 条，设计强度 $f_d=270\text{MPa}$ ， $f_{vd}=155\text{MPa}$ ；根据 JTG D60-2015《公路桥涵设计通用规范》第 4.1.5 条，确定重要性系数 $\gamma_0=1.1$ 。

恒载最大正应力为 0.810MPa，最大剪应力为 0.262MPa，活载最大正应力为 155.034MPa，最大剪应力为 50.332MPa。

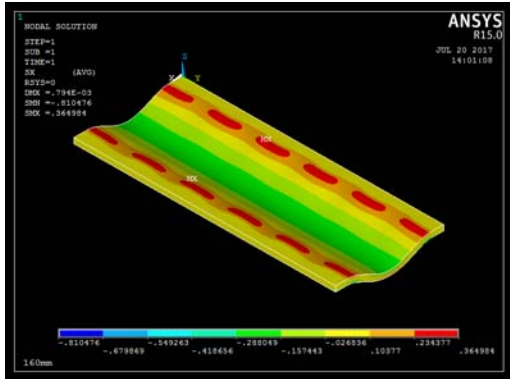
故最大正应力为： $0.810+155.034=155.844\text{MPa}$

最大剪应力为： $0.262+50.332=50.594\text{MPa}$

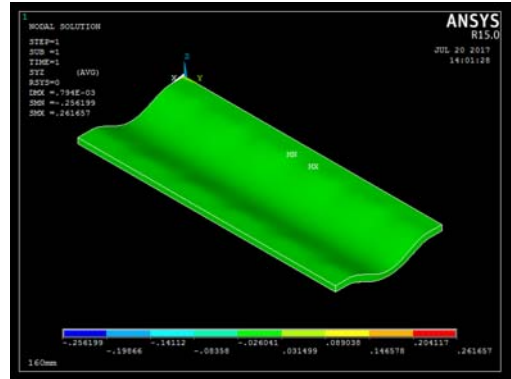
由此可得： $\gamma_0\sigma_x = 1.1 \times 155.844 = 171.4284\text{MPa} < f_d = 270\text{MPa}$

$$\gamma_0 \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{f_d}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{f_{vd}}\right)^2} = 1.1 \times \sqrt{\left(\frac{155.844}{270}\right)^2 + \left(\frac{50.594}{155}\right)^2} = 0.729 < 1$$

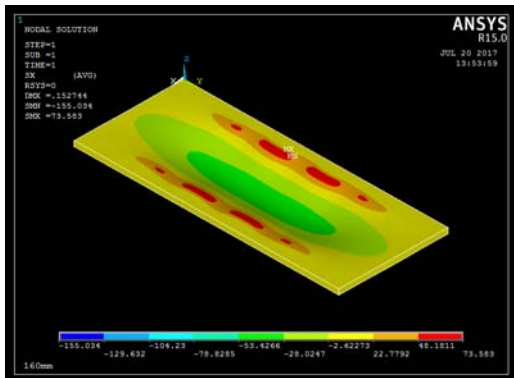
综上，160mm 伸缩缝的强度满足要求。



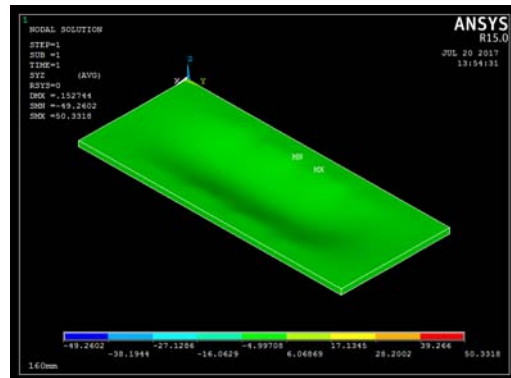
恒载正应力图



恒载剪应力图



活载正应力图



活载剪应力图

③ 竖向挠度验算

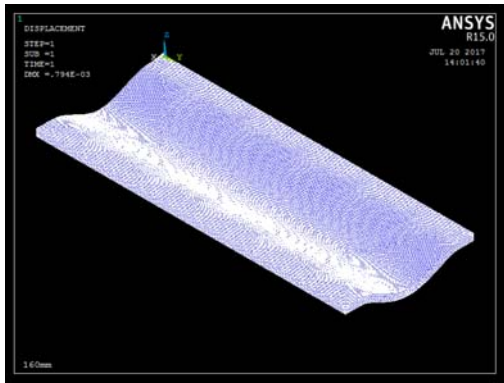
根据 JT/T 327-2016《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》附录 A.3.4，竖向挠度应不大于计算跨径的 1/600。取计算跨径为伸缩缝纵桥向长度，此型号为 496mm。

此型号伸缩缝恒载挠度 0.000794mm，活载挠度 0.153mm。

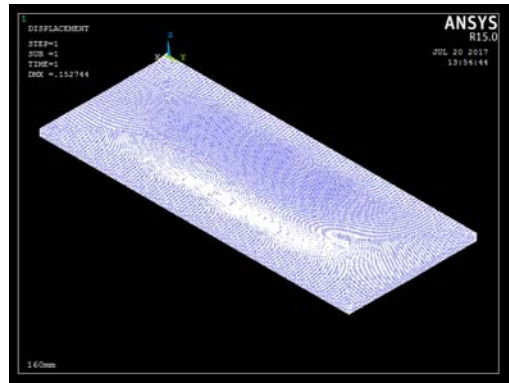
总挠度为： $0.000794+0.153=0.153794\text{mm}$

$496/600=0.827\text{mm} > 0.153794\text{mm}$ 。

综上，160mm 伸缩缝的竖向挠度满足要求。



恒载变形图



活载变形图

伸缩缝型号：200mm

① 恒载

根据 JTG D60-2015 《公路桥涵设计通用规范》第 4.1.5 条，确定恒载分项系数为 1.2。
此型号计算恒载为：1.2×0.618=0.7416kN

② 强度验算

此型号板厚 28mm，钢材 Q345。根据 JTG D64-2015 《公路钢结构桥梁设计规范》第 3.2.1 条，设计强度 $f_d=270\text{MPa}$ ， $f_{vd}=155\text{MPa}$ ；根据 JTG D60-2015 《公路桥涵设计通用规范》第 4.1.5 条，确定重要性系数 $\gamma_0=1.1$ 。

恒载最大正应力为 1.003MPa，最大剪应力为 0.376MPa，活载最大正应力为 133.162MPa，最大剪应力为 44.214MPa。

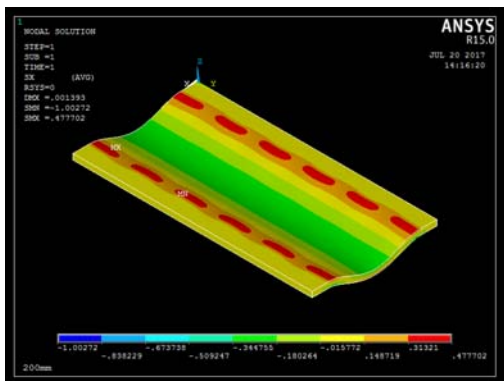
故最大正应力为：1.003+133.162=134.165MPa

最大剪应力为：0.376+44.214=44.590MPa

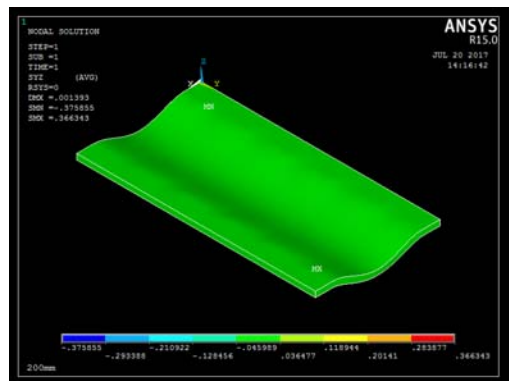
由此可得： $\gamma_0 \sigma_x = 1.1 \times 134.165 = 147.5815\text{MPa} < f_d = 270\text{MPa}$

$$\gamma_0 \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{f_d}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{f_{vd}}\right)^2} = 1.1 \times \sqrt{\left(\frac{134.165}{270}\right)^2 + \left(\frac{44.590}{155}\right)^2} = 0.632 < 1$$

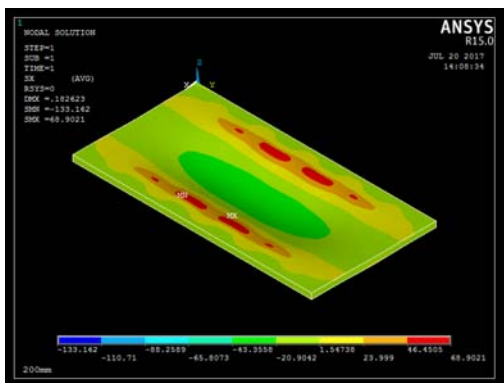
综上，200mm 伸缩缝的强度满足要求。



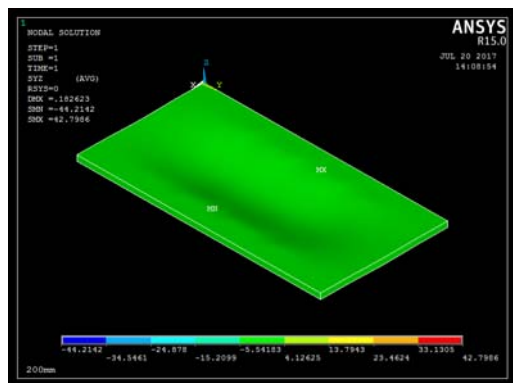
恒载正应力图



恒载剪应力图



活载正应力图



活载剪应力图

③ 竖向挠度验算

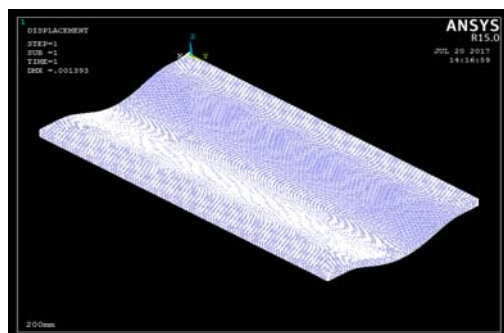
根据 JT/T 327-2016《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》附录 A.3.4，竖向挠度应不大于计算跨径的 1/600。取计算跨径为伸缩缝纵桥向长度，此型号为 626mm。

此型号伸缩缝恒载挠度 0.001mm，活载挠度 0.183mm。

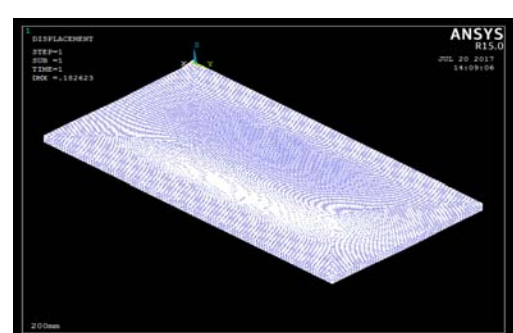
总挠度为：0.001+0.183=0.184mm

$$626/600=1.043\text{mm} > 0.184\text{mm}。$$

综上，200mm 伸缩缝的竖向挠度满足要求。



恒载变形图



活载变形图

(2) 特重车辆荷载工况（不控制设计，因此仅列出 80mm 伸缩缝计算结果）

根据 CJJ11-2011《城市桥梁设计规范》附录 A.0.1，特种平板挂车车轮荷载 78.75kN，车轮着地尺寸 0.5m×0.2m；根据 CJJ11-2011《城市桥梁设计规范》附录 A.0.3，作用效应的标准值提高 3%；根据 JTG D60-2015《公路桥涵设计通用规范》第 4.3.2 条，确定冲击系数为 0.3。

故计算荷载为：(1+0.3)*(1+0.03)×78.75=105.44625kN

伸缩缝型号：80mm

① 恒载

根据 JTG D60-2015 《公路桥涵设计通用规范》第 4.1.5 条，确定恒载分项系数为 1.2。
此型号计算恒载为：1.2×0.618=0.7416kN

② 强度验算

此型号板厚 16mm，钢材 Q345。根据 JTG D64-2015 《公路钢结构桥梁设计规范》第 3.2.1 条，设计强度 $f_d=270\text{MPa}$ ， $f_{vd}=155\text{MPa}$ ；根据 JTG D60-2015 《公路桥涵设计通用规范》第 4.1.5 条，确定重要性系数 $\gamma_0=1.1$ 。

恒载最大正应力为 0.286MPa，最大剪应力为 0.095MPa，活载最大正应力为 160.662MPa，最大剪应力为 48.115MPa。

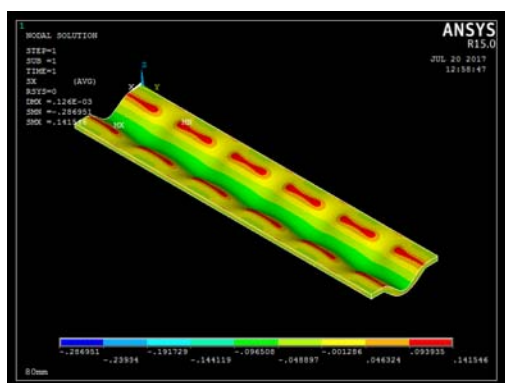
故最大正应力为：0.286+160.662=160.948MPa

最大剪应力为：0.095+48.115=48.210MPa

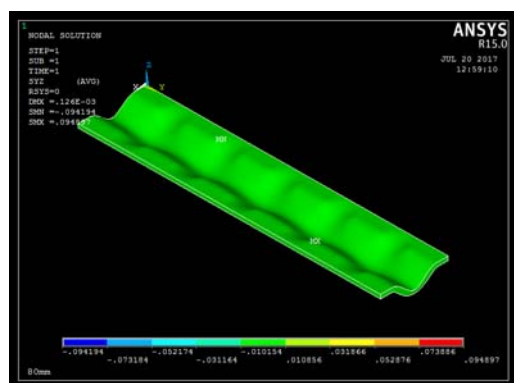
$$\gamma_0 \sigma_x = 1.1 \times 160.948 = 177.0428\text{MPa} < f_d = 270\text{MPa}$$

$$\gamma_0 \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{f_d}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{f_{vd}}\right)^2} = 1.1 \times \sqrt{\left(\frac{160.948}{270}\right)^2 + \left(\frac{48.210}{155}\right)^2} = 0.740 < 1$$

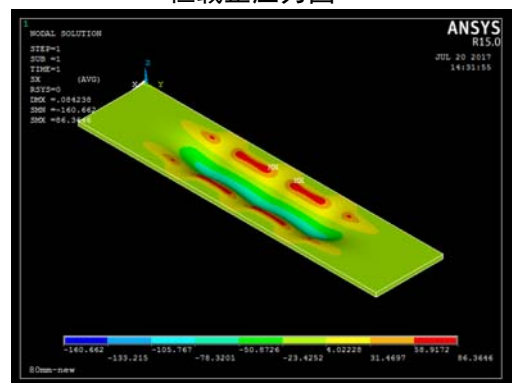
综上，80mm 伸缩缝的强度满足要求。



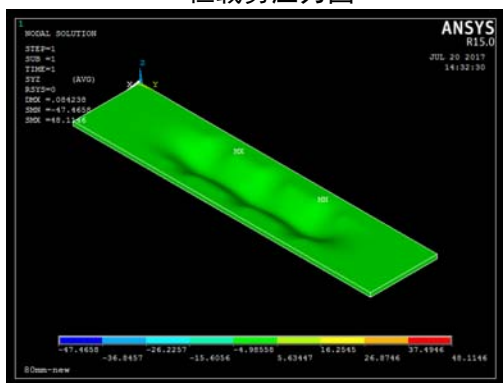
恒载正应力图



恒载剪应力图



活载正应力图



活载剪应力图

③ 竖向挠度验算

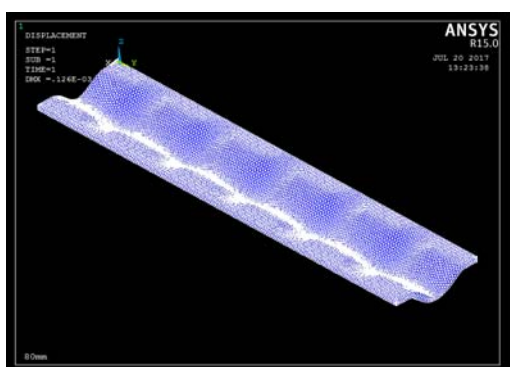
根据 JT/T 327-2016《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》附录 A.3.4，竖向挠度应不大于计算跨径的 $1/600$ 。取计算跨径为伸缩缝纵桥向长度，此型号为 270mm。

此型号伸缩缝恒载挠度 0.000126mm，活载挠度 0.112mm。

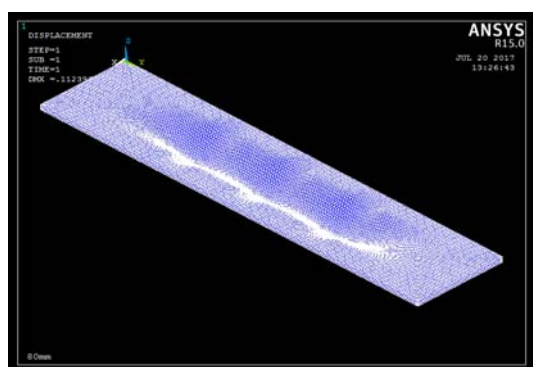
总挠度为：0.000126+0.112=0.112126mm

$$270/600=0.45\text{mm} > 0.112126\text{mm}。$$

综上，80mm 伸缩缝的竖向挠度满足要求。



恒载变形图



活载变形图

由此可见，超重载工况不控制设计。

高阻尼减振支座

长度 110mm，宽度 55mm，厚度 30mm

12 个支座可承压荷载为 $270\text{kN} \geq 164.5\text{kN}$ ，满足要求。

伸缩量

上部压缩槽 19mm，三条，为 57 mm

下部压缩槽 28mm，两条，为 56 mm

胶层厚度 23mm，总剪切量为 50 mm

上述数据全部大于 $\pm 40\text{mm}$ ，满足要求。

压缩刚度

橡胶承压长度 500mm，宽度 100mm，厚度 26mm

$$Kh=A/Tr=1.9 \text{ kN/mm}$$

综上所述，公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置设计计算满足 JTG D60-2015《公路桥涵通用设计规范》和 GB50017-2014《钢结构设计规范》要求。

编制组进行了详细试验对比，确定伸缩装置噪声性能：车辆通过伸缩装置产生的噪声相对平整沥青路面的增加值不大于5dB(A)。同时定义了伸缩装置最大噪声级：测试车辆以60km/h匀速通过伸缩装置时，在伸缩装置一侧距离行驶中心线3m处所产生的最大A计权噪声级；伸缩装置噪声水平：车辆通过伸缩装置所产生的最大噪声级相对于通过平整沥青路面时的增加量。

编制组委托上海环境监测中心在公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置应用现场，按测点距离（1米/2米）和车速（40/60/80km/h）不同，共检测噪声数据3大组6类18小组，测定车辆经过该伸缩装置处的噪声值，与无伸缩装置路面和有钢板梳齿形伸缩装置处的噪声值对比，研究伸缩装置的降噪功能达到研究目标要求（详见表6）。

表6 公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置噪音检测数据表

代号	车速/类型	40km/h	60km/h	80km/h
A	沥青路面	74.1	75.7	77.2
B	梳齿板型式	81.4	82.7	86.3
C	降噪橡胶型式	71.6	74.9	78.1
C-B	降噪音值	-9.8	-7.8	-8.2

试验结果：试验数据显示，公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置相对于无伸缩装置路面噪声相近，相对于钢板梳齿形伸缩装置噪声降噪量约8.0dB，达到研究目标。

“外观、材料和工艺”部分编制，体现由“材料-构件-结构”三个层级的技术要求。在具体每个分项编制过程中，为保证标准的先进性，编写组充分调研和研究了国内伸缩装置技术标准，并适当参考了国外的技术标准和相关专著，合理确定相关技术内容：

外观方面要求伸缩装置外观表面应平整光洁，无机械损伤，无毛刺，无锈蚀。橡胶表面应光滑平整，无缺陷。焊接应均匀，不应有气孔夹渣等缺陷。涂装表面应平整，不应有脱落、划痕、褶皱等缺陷。根据以上性能要求，编制组委托交通运输部公路科学研究所公路工程检测中心对公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置的外观质量、尺寸偏差等进行试验，以探究其整体性能满足研究目标要求，试验结果见表7。试验结果数据显示，伸缩装置的各项性能均符合《公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置》标准要求，达到研究目标。

表7 伸缩装置外观质量、尺寸偏差试验结果

检测项目	标准及设计要求	检测结果
外观	外观应光洁、平整、无裂纹、结疤和毛刺	外观光洁、平整、无裂纹、结疤和毛刺
平面总宽度（mm）	390±5	391,391
备注	样品长度 1.2m	

材料方面包括钢材性能、高阻尼橡胶支座、橡胶伸缩体及其表面耐磨层性能要求。
钢材性能应符合表8的要求。

表8 钢材性能要求

部位	性能要求（根据工程所在地温度的不同可选用不同钢材）		
边钢梁	$0^{\circ}\text{C} < T_s$	Q345B	符合 GB/T 1591 的规定
	$-20^{\circ}\text{C} < T_s \leq 0^{\circ}\text{C}$	Q345C	
	$T_s \leq -20^{\circ}\text{C}$	Q345D	
	$0^{\circ}\text{C} < T_s$	ZG 270-480H	符合 GB/T 7659 的规定
加劲钢板、伸缩体支承钢板、锚固钢板、支座底钢板	$0^{\circ}\text{C} < T_s$	Q345B	符合 GB/T 1591 的规定
	$-20^{\circ}\text{C} < T_s \leq 0^{\circ}\text{C}$	Q345C	
	$T_s \leq -20^{\circ}\text{C}$	Q345D	
高强度定位固定螺栓	8.8 级高强度螺栓	45#钢	符合 GB/T 5782 的规定

为达到承载性能，项目组就伸缩装置的边钢梁、加劲钢板、伸缩体支承钢板、锚固钢板及支座底钢板等钢材主要采用抗拉强度较高的Q345B/C/D材质钢板和ZG 270-480H材质铸钢件，并在研制过程中对钢板和铸钢件材质性能进行试验，以保障其性能满足伸缩装置荷载支承的能力。

高阻尼橡胶支座、橡胶伸缩体及其表面耐磨层性能应符合表9要求。

表9 高阻尼橡胶支座、橡胶伸缩体及其表面耐磨层性能要求

项 目		高阻尼减振支座	橡胶伸缩体	橡胶耐磨层
硬度（IRHD）		60 ± 5	55 ± 5	63 ± 5
扯断强度（MPa）		≥ 18	≥ 18	≥ 20
扯断伸长率（%）		≥ 650	≥ 550	≥ 550
脆性温度（℃）		≤ -50	≤ -40	≤ -40
压缩永久变形（ $70^{\circ}\text{C} \times 24\text{h}$, 压缩率 25%）		≤ 60	≤ 25	≤ 25
耐臭氧老化（50pphm）30%伸长（ $40^{\circ}\text{C} \times 96\text{h}$ ）		无龟裂	无龟裂	无龟裂
耐磨耗性能（阿克隆磨耗量 $\text{cm}^3/1.61\text{km}$ ）		-	-	≤ 0.8
热空气老化 试验变化率 （ $70^{\circ}\text{C} \times 168\text{h}$ ）	扯断强度（MPa）	± 15	± 15	± 15
	扯断伸长率（%）	± 20	± 20	± 20
	硬度变化（IRHD）	$-5 \sim +10$	$-5 \sim +10$	$-5 \sim +10$

项 目		高阻尼减振支座	橡胶伸缩体	橡胶耐磨层
橡胶与型钢、钢板剥离强度 (N/mm)		≥ 10	≥ 12	≥ 12
耐油污性 (一号标准油, 23℃×168h)	体积变化 (%)	$< +40$	$< +15$	$< +15$
	硬度变化 (IRHD)	< -25	< -20	< -10

结合原来的板式橡胶伸缩装置橡胶伸缩体使用后暴露出的橡胶与钢板粘接性易损坏，表面耐磨性不足，内置钢板层易外露等材料性能的缺陷，在研究公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置橡胶伸缩体的材料选择时，为提高产品的耐久性，项目组选用具有高耐磨性橡胶置于伸缩体表面，通过对材料耐臭氧老化试验数据分析对比，采用氯丁橡胶为主体材料，其橡胶拉伸强度和伸长率性能较好，且在四份防老剂并用下，臭氧老化性能极佳。为减少伸缩体表面层磨耗，采用两种不同的配合剂，减少表面长期磨耗，通过两年来的实践证明表面耐磨性能优良，降噪效果明显。委托上海橡胶制品研究所检测中心对伸缩体及其表面高强度耐磨层橡胶材料性能试验，其表面耐久、耐磨以及降噪性能等满足研究目标要求（详见表10、表11、表12）。

表10 伸缩体胶料性能试验结果

序号	试验项目名称	单位	技术要求	试验结果	试验方法
1	国际硬度	IRHD	55±5	57	GB/T 6031-1998
2	拉伸强度 (1 型)	MPa	≥ 18	18.6	GB/T 528-2009
3	扯断伸长率	%	≥ 550	608	GB/T 528-2009
4	压缩永久变形 (室温×24h×25%)	%	≤ 25	12	GB/T 7759-1996
5	耐臭氧老化 (50pphm, 20%伸长, 40℃×96h)	/	无龟裂	0 级 (无裂纹)	GB/T 7762-2003
6	热空气老化 (70℃×96h)	/	/	/	GB/T 3512-2001
6.1	硬度变化	IRHD	-5~+10	+8	GB/T 6031-1998
6.2	拉伸强度变化	%	±15	+7.0	GB/T 528-2009
6.2	拉断伸长率变化		±20	-5.4	GB/T 528-2009
7	低温脆性 (-40℃× 3min)	℃	通过	-40 无破坏	GB/T 1682-2014

表11 伸缩体表面高强度耐磨层胶料性能试验结果

序号	试验项目名称	单位	技术要求	试验结果	试验方法
1	国际硬度	IRHD	63±5	63	GB/T 6031-1998
2	拉伸强度（1 型）	MPa	≥20	21.1	GB/T 528-2009
3	扯断伸长率	%	≥550	604	GB/T 528-2009
4	压缩永久变形 （室温×24h×25%）	%	≤25	11.8	GB/T 7759-1996
5	耐臭氧老化（50pphm，20% 伸长，40℃×96h）	/	无龟裂	0 级（无裂纹）	GB/T 7762-2003
6	热空气老化 （70℃×96h）	/	/	/	GB/T 3512-2001
6.1	硬度变化	IRHD	-5~+10	+4	GB/T 6031-1998
6.2	拉伸强度变化	%	±15	-0.5	GB/T 528-2009
6.2	拉断伸长率变化		±20	-15	GB/T 528-2009
7	低温脆性 （-40℃×3min）	℃	通过	-40 通过	GB/T 1682-2014

表12 伸缩体表面高强度耐磨层橡胶耐磨耗性能试验结果

序号	试验项目名称	单位	技术要求	试验结果	试验方法
1	阿克隆磨耗量	cm ³ /1.61km	≤0.8	0.65	GB/T 1689-2014

试验结果：试验数据显示，伸缩体及其表面高强度耐磨橡胶层的各项性能均符合要求，表面高强度耐磨橡胶层磨耗试验结果为0.65cm³/1.61km，能达到伸缩装置表面耐磨，本体保持平坦性、耐久性和降低噪声的研究目标。

在伸缩装置伸缩体支承钢板下设置的高阻尼减振橡胶支座具有增加结构阻尼和吸能效果和降低梁端振动和噪声的作用。支座主体材料符合企业标准要求，支座本体力学性能达到JT/T 842-2012《公路桥梁高阻尼隔震橡胶支座》标准要求。项目组委托上海橡胶制品研究所检测中心和同济大学土木工程实验室分别对高阻尼橡胶支座材料性能及力学性能试验，以探究支座材料特性和吸能减振的能力。高阻尼减振橡胶支座胶料试验结果见表13，力学性能试验结果见图3。

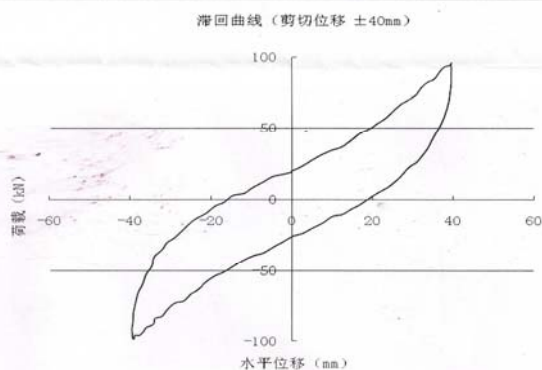
表13 高阻尼减振橡胶支座胶料试验结果

序号	试验项目名称	单位	技术要求	试验结果	试验方法
1	国际硬度	IRHD	60±5	62	GB/T 6031-1998
2	拉伸强度（1 型）	MPa	≥18	22.5	GB/T 528-2009

序号	试验项目名称	单位	技术要求	试验结果	试验方法
3	扯断伸长率	%	≥ 650	690	GB/T 528-2009
4	压缩永久变形 (室温 $\times 24\text{h} \times 25\%$)	%	≤ 60	14	GB/T 7759-1996
5	热空气老化 (70℃ $\times 96\text{h}$)后	/	/	/	GB/T 3512-2001
5.1	硬度变化	IRHD	-5~+10	+6	GB/T 6031-1998
5.2	拉伸强度变化	%	± 15	-4.4	GB/T 528-2009
5.3	扯断伸长率变化		± 20	-16	GB/T 528-2009
6	低温脆性 (-50℃ $\times 3\text{min}$)	℃	通过	-50 通过	GB/T 1682-2014

桥梁降噪减振橡胶阻尼伸缩装置支承体 力学性能检测报告

样品规格	桥梁降噪减振橡胶阻尼伸缩装置支承体	剪切位移量	$\pm 40\text{mm}$
测试日期	2016年6月24日	报告日期	2016年6月24日
测试设备	支座电液伺服加载系统 (QL0010)		
降噪减振橡胶伸缩装置竖向压缩性能试验			
测试方法: $0 \rightarrow P_{\max} \rightarrow 0$ 往复循环加载三次。其中 $P_{\max}$ 是最大设计压应力, 计算竖向刚度 K_v 所需的 P_1 和 P_2 分别为 $P_1 = A \times 1.5\text{MPa}$, $P_2 = A \times 6\text{MPa}$ 。 测试结果: 竖向刚度为 168.6kN/mm 。整个测试过程中, 支座未破坏。			
降噪减振橡胶伸缩装置水平性能试验			
测试方法: 铅芯橡胶支座在恒定竖向荷载 347kN 作用下, 加载水平荷载。加载位移为: $\pm 40\text{mm}$ (3次) 测试结果: 水平等效刚度为 2.49kN/mm , 等效阻尼比为 15.3% 。整个测试过程中, 支座未破坏。			



检测: 邵宁

校对: 赵任波 盖章:



图3 高阻尼减振橡胶支座支承体力学性能试验结果

试验结果：高阻尼橡胶支座支承体的胶料性能符合企业标准要求；力学性能试验在最大设计压应力下，支座竖向压缩刚度为168.6kN/mm；在恒定竖向荷载347kN作用下加载水平荷载、加载位移±40mm时,水平等效刚度为2.49kN/mm，等效阻尼比为15.3%，整个试验过程中，支座未破坏，符合JT/T 842-2012标准要求。由此，高阻尼橡胶支座在公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置中发挥增加结构阻尼和吸能效果，起到减少梁端振动和降低噪声的作用。

工艺性能方面，钢构件中钢纵梁应按设计图要求加工制造，其偏差应符合设计要求。未注公差尺寸的加工件其极限偏差应符合GB/T 1804中V级的规定，未注形状和位置的公差应符合GB/T 1184中L级的规定。高阻尼减振橡胶支座、橡胶伸缩体、橡胶耐磨层应按设计图要求加工制造，其偏差应符合设计要求，其高度和其他尺寸公差应符合GB/T 3672.1中M2级的规定。钢纵梁和橡胶伸缩体、高阻尼减振橡胶支座、支座支承钢板、支座底钢板采用整体硫化形成伸缩体。伸缩槽采用波形交错形式，耐磨板表面采用波形带轮胎型花纹。焊接件应符合GB/T 12467.3的规定。涂装的表面处理、涂装要求及涂层质量应符合JT/T 722的规定。

4) 试验方法

试验部分主要对伸缩装置的“变形、防水和承载”三项总体要求和“材料、工艺”两项技术要求，主要依据相关的国家和行业标准，规定了试验方法，与总体要求和技术要求相关内容一一对应。

伸缩装置受力试验，拉伸、压缩时最大水平摩阻力试验采用带压力仪表的油压千斤顶或压力传感器，沿行车方向向边梁施加力至最大伸缩量的80%时，读取拉力值，重复三次，取其平均值。在伸缩装置处于最大伸缩量的80%，沿行车方向施加力压缩边梁至最小伸缩量的80%时，读取拉力值，重复三次，取其平均值。

变位均匀性:变位均匀性试验按环境温度20℃时的最大伸缩量条件进行测试。在伸缩装置两端和中间位置标记，用油压千斤顶或压力传感器对伸缩装置进行往返压缩、拉伸至最大值的80%时，用直尺测量伸缩装置标记处各断面总宽和每条缝隙宽度变位值，重复三次，取其平均值。

横向错位:横向错位试验应在伸缩装置最大伸缩量的60%下进行测试。用油压千斤顶或压力传感器对伸缩装置一侧的边梁沿伸缩缝长度方向施加力至最大变形，用直尺测量横向错位值。

竖向错位:竖向错位试验应在伸缩装置最大伸缩量的50%下进行测试。用油压千斤顶或压力传感器对伸缩装置一侧的边梁底部沿垂直方向向上施加力至最大变形,用高度尺测量竖向高度错位值,重复三次,取其平均值。

纵向错位:纵向错位试验应按环境温度20℃时的最大伸缩量条件进行测试。用油压千斤顶或压力传感器在伸缩装置试样两端沿桥梁行车方向均匀施加力,一端向内压缩,另一端向外拉伸,至最大变形,用直尺测量两端纵向错位,重复三次,取其平均值。

防水性能:对伸缩装置试样作外设密封体,在最大拉伸状态下,向密封体内注满水,并向密封体内施以大于1kg的气压,观察24h后的渗漏情况。

锚固性能:对伸缩装置试样边梁体作混凝土浇筑连接试块,在标准荷载试验台上,对伸缩装置试样与混凝土浇筑连接试块体,采用公路-I级荷载后轴重力标准值1.5倍作用下200万次振动冲击疲劳试验。卸载后观察伸缩装置结构锚固状况,即观察锚固件是否脱落,钢构件是否开裂,试样有无重大裂纹和破损现象。

高阻尼减振橡胶支座力学性能试验按GB 20688.1、JT/T 842和JT/T 928的规定进行。

钢材性能试验应按GB/T 1591规定的方法进行。铸钢性能试验应按GB/T 7659、GB11345规定的方法进行。橡胶材料主要包括伸缩体橡胶、伸缩体表面高强度耐磨层橡胶、支承伸缩装置的高阻尼减震橡胶

支座橡胶材料三部分。橡胶硬度应按GB/T 6031的规定进行。橡胶拉伸强度、扯断伸长率应按GB/T 528的规定进行。橡胶脆性温度应按GB/T 1682的规定进行。橡胶压缩永久变形应按GB/T 7759的规定进行。橡胶耐臭氧老化应按GB/T 7762的规定进行。橡胶热空气老化试验变化率应按GB/T 3512、GB/T 528的规定进行。橡胶与型钢、钢板剥离强度应按GB/T 7760的规定进行。橡胶耐油污性、耐水性应按GB/T 1690的规定进行。

降噪性能试验按照以下要求进行:

1 试件

试验采用组装完成后的伸缩装置,在试验场或试验现场进行测量。

2 试验设备

2.1 测量仪器

测量用声级计或其它等效的测量系统应不低于GB/T 3785规定的 I 型声级计的要求。测量时应使用“A”频率计权特性,“F”时间计权特性,仪器设定在“Peak”档或其它能在一段测量时间内读出L_{max}值的测量档位。应使用能自动采样测量A计权声级的系统,采样频率为48kHz。

5 试验方法

- a) 噪声值测点设置于路面上方 1.2m，距行驶中心线 3m；伸缩装置噪声值测点与平整路面噪声值测点保证 10m 以上距离；
- b) 试验车辆以匀速 60km/h 的速度依次通过平整路面测点和伸缩装置测点，分别测量车辆通过平整沥青路面的最大噪声级和伸缩装置的最大噪声级。
- c) 测量应重复至少 3 次，并分别记录每次测量数据，并取各次测量的算术平均值作为最终结果。任一次测量的结果与平均值差值在 3dB 以上时，该测量结果为无效测量，应增加测量次数，以获得具有较好可重复性的结果。

测量结束后，分别记录每个有效测量的最大噪声级，计算各次测量最大噪声级的算术平均值，并根据式(1)计算噪声水平，给出伸缩装置的最大噪声级 L_{Amax} 和噪声水平 L_D 值。

伸缩装置的噪声性能采用最大噪声级 L_{Amax} 和噪声水平 L_D 两个参量描述。

最大噪声级用符号 L_{Amax} 表示，单位: dB(A)。

噪声水平用符号 L_D 表示，单位: dB。由下式计算：

$$L_D = L_P - L_S \quad (1)$$

式中：

L_P ----测试车辆通过平整沥青路面时的最大噪声级 L_{Amax} ，单位dB(A)；

L_S ----测试车辆通过伸缩装置时的最大噪声级 L_{Amax} ，单位dB(A)。

6 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 试验概况。试验设备、试验环境参数、试验车辆、试验伸缩装置规格等；
- b) 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；
- c) 得出试验结果。包括试件概况描述伸缩装置规格；环境描述；输出所有试验要求的数据，并依照要求做分析；描述试验过程概况，重点记录试验过程中出现的异常现象；试验过程及安装照片等附件；
- d) 各次有效测量的车辆通过平整沥青路面的最大噪声级和伸缩装置的最大噪声级，以及反应伸缩装置噪声性能的最大噪声级 L_{Amax} 和噪声水平 L_D 值两个参数；
- e) 试验现场照片。

5) 检验规则

标准把伸缩装置的检验分为“出厂检验”和“型式检验”两种类型。

“出厂检验”规定了伸缩装置出厂前必须进行检查的项目，包括各个部件尺寸及外观、主要钢材的超声波检测、伸缩装置整体尺寸公差、焊接质量、组装后伸缩装置的高度偏差、表面防腐保护。

“型式检验”规定了进行型式检验的条件、项目和检验频次，检验项目包括出厂检验项目内容、成品伸缩装置的整体性能（拉伸、压缩时最大水平摩阻力、变位均匀性、横向错位、竖向错位、纵向错位、防水性能、锚固性能）及高阻尼支座性能性能。

3 技术经济论证和预期经济效果

《公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置》计划编号JT 2017-137编制过程中进行了必要的调查研究、总结分析，吸取了工程实践的经验，广泛吸收了国内外伸缩装置的技术进步和相关内容。《公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置》计划编号JT 2017-137能够充分反映公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置的较高技术水平，同时考虑了近年来相关标准、规范的技术内容更新与变化。

目前，欧洲、美国等国外的技术标准和规程相对比较成熟，虽然不完全适合我国的国情，技术内容也与本规范不尽相同，在《公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置》计划编号JT 2017-137编制过程中有重点地引进、总结、消化和吸收了这些国外规范的先进及成熟经验，同时结合公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置的特点以及实际工程应用经验进行补充、完善和提高，将为我国公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置的设计、生产、检验提供指导性文件。

公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置主体采用边梁钢与橡胶板式伸缩缝组合，橡胶板与外角钢采用热硫化形成本体，材料成本主要是钢材和橡胶。综合制造成本（包括人工费），在同等缝宽下，以 80 型为例，较普通伸缩装置增加 130%，较梳齿板伸缩装置增加 50%。根据研究和分析预测，虽然公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置与普通伸缩装置相比，制造成本有所提高，但根据其良好的降噪减振性能和市场前景，预计其经济效益是较可观的。研究成果有效缓解了公路桥梁和城市高架道路的噪声问题，在高速和重载情况下，相比同样宽度的常规伸缩装置，降噪效果明显。公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置成功研发对公路桥梁建设和促进城市环保具有重要积极意义。

4 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

本标准中的公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置属自主设计研发，本标准主要技术成果通过上海科学技术情报研究所（国家一级查新机构）检索认为：与国内外检索文献相比，该项目提出的“采用边钢梁与支承抗拉钢板相结合，橡胶板与外角钢采用热硫化形成本体，伸缩槽采用曲线交错形式，使其在伸缩量大时，也能均等变形，保持平坦；并在表现设计成独特的曲线轮胎花纹，能够充分降低伸缩槽和轮胎接触而产生的噪声“和“伸缩装置表面不适用螺栓连接，不会由于松动破损而飞散，保证伸缩装置使用过程中的安全可靠”之技术特征，在国内外相关文献中，除该项目成果报道外，未见其他相同报道，具有新颖性。

标准的部分技术指标内容参照了《Guideline for European Technical Approval of Expansion Joints for Road Bridges》（ETAG 032）中相关要求，并未直接引用，而是根据我国现有标准和研究成果予以借鉴。

目前国内外桥梁伸缩装置主要有模数型、异型钢单缝型、梳齿板型、板式橡胶型等几种类型。不同的伸缩装置有不同的技术特点和性能，公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置凭借其具有的技术优势、优良的性能和实际应用的基础，在桥梁降噪减振方面具备比其他桥梁伸缩装置更突出的技术性能，各类伸缩装置与项目研究成果所形成的公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置的优缺点对比如表14。

表 14

产品类型	优 点	缺 点
模数式伸缩装置	可适用于大位移大跨度桥梁。	车辆通过时产生较大冲击噪音，且更换较困难；噪声较大。
异型钢单缝型伸缩装置	结构简单，制造成本低。	
梳齿板式伸缩装置	结构简单，制造成本低。	防水效果较差；更换后连接强度下降；钢板宽度大，噪音较大；螺栓固定，易损坏。
橡胶板式伸缩装置	安装方便，制造成本低；噪声较小。	适用于小跨度桥梁；受到拉伸和压缩后造成伸缩装置与路面平整度下降；用螺栓固定，易松动损坏。
公路桥梁波形简支板式橡胶伸缩装置	伸缩槽采用波形结构，表面有特殊纹路，能有效降低噪声；不使用螺栓连接，安全可靠；伸缩时具有抗拉结构；设置阻尼支座，成柔性结构，减少梁端振动；自带防水设计，不会造成渗漏水；能满足梁端多向变位性能。	制造成本、材料成本相对略高，对安装专业性要求较高。

5 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准不违反现行法律、法规和强制性标准。

6 重大分歧意见的处理及依据

无

7 其他事项

无

编制组

2017 年 7 月 26 日