

四川省地方标准

DB51/T 3233—2024

城市轨道交通道岔减振技术规范

2024-12-18 发布

2025-01-18 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 道岔减振系统 2

5 减/隔振元件 3

6 铺设 5

7 运营养护与维修 7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由四川省经济和信息化厅提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：成都轨道交通产业技术研究院有限公司、成都轨道交通集团有限公司、中铁二院工程集团有限公司、株洲时代新材料科技股份有限公司、北京城建设计发展集团股份有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、广州地铁设计研究院股份有限公司、西南交通大学、兰州交通大学、中国铁建重工集团股份有限公司、中铁二局集团有限公司。

本文件主要起草人：石锦、王小韬、王贵东、李忠继、苟明中、付峻峰、周文涛、徐井芒、赵才友、安博洋、刘观、骆焱、刘文武、徐滔、唐丽、王晨、王启、周昌盛、董博南、孙照亮、穆忠鑫、万壮、邵壮、陈罄超、邓娇、周华龙、周旭、刘德志、和振兴、方东、梁爽、杜华杨、巫江、王根平。

城市轨道交通道岔减振技术规范

1 范围

本文件规定了道岔减振系统的设计、减/隔振元件、铺设、运营养护与维修要求。
本文件适用于城市轨道交通道岔减振系统的设计与建设。

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 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(邵氏硬度)
GB/T 1690 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法
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 5599 机车车辆动力学性能评定和试验鉴定规范
GB/T 7759 硫化橡胶、热塑性橡胶 常温、高温和低温下压缩永久变形测定
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 11211 硫化橡胶或热塑性橡胶 与金属粘合强度的测定 二板法
GB/T 16947 螺旋弹簧疲劳试验规范
GB/T 36375 轨道交通一系橡胶弹簧 通用技术条件
GB/T 39705 轨道交通用道床隔振垫
GB/T 41492 城市轨道交通浮置板用橡胶弹簧隔振器
GB/T 50010 混凝土结构设计规范
GB/T 50299 地下铁道工程施工质量验收标准
GB/T 50308 城市轨道交通工程测量规范
GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计规范
CJJ/T 191 浮置板轨道技术规范
TB/T 412 标准轨距铁路道岔
TB/T 3302 高速铁路无砟轨道道岔铺设技术条件
TB/T 3306 高速铁路有砟轨道道岔铺设技术条件
TB/T 3508-2018 铁路道岔转换设备安装技术条件
TB 10601 高速铁路工程测量规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

减振道岔 damping turnout

把一条轨道分支为两条或以上，同时采用减振措施的一种轨道设备。

注：包括钢轨、轨枕、扣件、弹簧隔振器等部件。

3.2

道岔减振系统 turnout vibration reduction system

减振道岔及相关道床结构的总称。

3.3

减/隔振元件 vibration reduction/isolation element

用于吸收振动或隔离振动的元件的总称。

3.4

减振扣件 damping fastener

用于吸收因列车通过产生的振动的装置。

注：本文件中，特指用于道岔区的此类装置。

3.5

一体式减振扣件 integrated damping fastener

采用一体化技术，将弹性部分和金属部分硫化粘接为一体的减振扣件。

3.6

隔振垫 vibration isolation pad

布置于道岔道床下方，用于隔离轨道结构振动的聚氨酯或橡胶弹性垫层。

3.7

隔振器 vibration isolator

布置于道岔道床之中，用于隔离轨道结构振动的装置。

3.8

可动心轨辙叉道岔 turnout with movable frog

利用辙叉心轨的可动力来保持轨线连续，消灭固定式辙叉所不可避免的有害空间的一种道岔。

4 道岔减振系统

4.1 适用要求

宜采用道岔减振技术的情况：

- 根据环境影响评价报告，城市轨道交通引起沿线环境振动或二次结构噪声超标的道岔区；
- 其他有特殊要求的减振降噪道岔区。

4.2 系统要求

4.2.1 基本要求

4.2.1.1 道岔减振系统的使用寿命应与普通整体道床相同。

4.2.1.2 道岔减振系统轨道结构应具有良好的绝缘性能，并应满足信号传输、防杂散电流或综合接地等接口要求。

4.2.1.3 道岔减振系统的设计应确保道岔结构的横向、纵向稳定性。

4.2.1.4 道岔减振系统的设计应便于养护维修和部件更换。

4.2.1.5 道岔减振地段应保证排水通畅，排水设施应便于检查。

4.2.1.6 道岔减振系统应与两端非道岔区减振系统或普通道床相协调。

4.2.1.7 非道岔区与道岔区之间应设置过渡段，保证非道岔区与道岔区间横向及垂向刚度平缓过渡衔接。

4.2.2 系统设计

- 4.2.2.1 道岔减振系统的减振级别宜划分为中等减振、高等减振及特殊减振。
- 4.2.2.2 中等减振宜采用减振扣件，高等及特殊减振宜采用隔振垫或弹簧隔振器。
- 4.2.2.3 道岔减振系统可采用减振扣件、隔振垫、弹簧隔振器和可动心轨辙叉道岔作为减振措施，同时应考虑冲击振动的影响。
- 4.2.2.4 道岔减振系统的设计输入应包含目标刚度值、扣件组装高度、扣件调整能力、轨道结构高度、电务及信号设备安装接口等。
- 4.2.2.5 道岔减振系统的设计荷载应结合车辆轴重、轴距、定距和相邻转向架间距等参数以及运营条件确定。
- 4.2.2.6 道岔区或临近区域冲击振动超标，或存在道岔区振动品质提升需求时，宜采用可动心轨辙叉道岔。
- 4.2.2.7 采用可动心轨辙叉道岔时，可与隔振垫或弹簧隔振器浮置板道床共同使用，同时进行相关安全性检算。
- 4.2.2.8 道岔减振系统沿纵向应进行垂向刚度均匀化设计。
- 4.2.2.9 道岔减振系统设计应进行车辆-轨道耦合动力学检算，平稳性和安全性指标处理和计算方法应符合 GB/T 5599 的相关规定。
- 4.2.2.10 道岔减振系统在列车额定荷载作用下钢轨的最大垂向位移应 $\leq 4\text{mm}$ ；设计值 $> 4\text{mm}$ 时，应对结构的安全性、稳定性，以及列车通过的平稳性和安全性进行专题论证。

4.3 结构要求

4.3.1 基本要求

- 4.3.1.1 采取减振措施时，不应削弱道岔结构本身的强度、稳定性及平顺性。
- 4.3.1.2 道床宜采用混凝土长岔枕整体道床，道岔区段道床宜将整组道岔包括信号设备设置在同一块道床上。特殊情况下，两块道床的板缝应避开道岔转辙器和辙叉部分。
- 4.3.1.3 道床的排水设计宜采用水沟加宽或设置集水井等防、排水方式，防止道岔转辙机出现泡水故障。
- 4.3.1.4 岔枕与转换设备安装件之间的绝缘要求应符合 TB/T 3508-2018 中第 8.7 条的规定。

4.3.2 结构设计

- 4.3.2.1 道岔减振系统的结构设计应考虑轮对踏面形状、轮对宽度、轮对内侧距、建筑限界等相关技术参数。
- 4.3.2.2 道岔区标准轨距为 1435mm，道岔侧股在适当位置设置轨距变化，以降低钢轨磨耗。
- 4.3.2.3 转辙器基本轨工作边至斥离尖轨非工作边的距离、辙叉心轨工作边至翼轨工作边的距离应 $> 65\text{mm}$ （不含轨距加宽）；道岔尖轨应采用弹性可弯式结构，尖轨跟端不宜采用活接头结构。
- 4.3.2.4 道岔区钢轨宜进行无缝化处理，接头形式应采用冻结或焊接，绝缘接头宜采用胶结绝缘。
- 4.3.2.5 扣件系统应具有调整钢轨高低、轨距的功能，调整极差应 $\leq 1\text{mm}$ ；单组扣件钢轨纵向阻力应 $\geq 9\text{kN}$ ；扣件系统应满足防杂散电流或综合接地的要求。
- 4.3.2.6 道床的结构设计应符合 GB/T 50010 和 GB/T 50476 的规定。
- 4.3.2.7 道床的结构设计应满足信号、转辙机基坑的安装要求。
- 4.3.2.8 道岔其余结构设计要求尚应符合 TB/T 412 的相关规定。

5 减/隔振元件

5.1 基本要求

- 5.1.1 减/隔振元件应保证轨道各向作用力的有效传递以及轨道状态的持久稳定。
- 5.1.2 减/隔振元件应根据其预期的使用寿命和减振道岔系统中的实际受力条件确定疲劳试验的载荷幅值。
- 5.1.3 减/隔振元件的使用寿命应符合下列规定：
- 可更换的隔振元件，使用寿命应在25年以上；
 - 不可更换的部件，应与道床的使用寿命相同；
 - 当有特殊要求时，应满足设计的使用寿命。
- 5.1.4 减/隔振元件应进行垂向动、静刚度（地基模量）、阻尼比等参数的测量；同型号减振元件刚度的允许偏差宜为设计值±10%的范围。
- 5.1.5 减/隔振元件接口及结构应根据道岔结构需要进行针对性设计。
- 5.1.6 减/隔振元件应根据道岔冲击振动减振需求进行阻尼设计。

5.2 减振扣件

- 5.2.1 道岔区使用到的减振扣件宜采用一体式减振扣件。
- 5.2.2 减振扣件中的铁垫板应采用球墨铸铁 QT450-10 或性能指标不低于该牌号的金属材料。
- 5.2.3 橡胶材料主体应选用天然橡胶或合成胶，不得采用再生胶，性能指标应符合表 1 的规定。

表1 橡胶材料性能指标

序号	项目及试验条件		单位	指标		试验方法
1	邵尔 A 型硬度		° sha	50~59	60~70	GB/T 531.1
2	拉伸强度		MPa	≥15	≥17	GB/T 528
3	拉断伸长率		%	≥350	≥300	
4	高温压缩永久变形 (70℃×22h, 压缩率 25%, A 型试样)		%	≤30		GB/T 7759
5	热空气老化 (70℃×144h)	拉伸强度	MPa	≥10		GB/T 3512
		拉断伸长率变化率	%	≥-25		
6	耐臭氧性能 (40℃±2℃, 臭氧浓度 (50±5) ×10 ⁻⁸ , 96h, 预伸 长 20%±2%, 相对湿度≤65%, 7×放大检验)		/	无龟裂		GB/T 7762
7	耐油性能	体积变化率 (23℃±1℃, 72 ⁰ ₋₂ h)	%	≤100		GB/T 1690
		体积膨胀率		≤20		
8	与金属的硫化粘结强度		MPa	≥4.2		GB/T 11211
注：各项指标均应符合相应试验方法中的定义。						

- 5.2.4 减振扣件宜采用两级刚度设计，一级刚度为正常工作刚度，二级刚度为保护刚度，其二级刚度不低于一级刚度的 2 倍。
- 5.2.5 减振扣件的一级垂向静刚度宜取 10kN/mm~25kN/mm，公差为其设计值的±15%，动静刚度比≤1.4。

- 5.2.6 减振扣件安装高度公差宜为-2~0mm，安装孔间距公差宜为±1.5mm。
- 5.2.7 减振扣件重要安装平面的平面度要求见表 2。

表2 减振扣件平面度要求

减振扣件平面		平面度要求	备注
减振扣件顶面/底面	设计长度≤1m	≤1.3mm	平面不允许有任何凸起
	设计长度>1m	≤1.5mm	

- 5.2.8 减振扣件绝缘干态电阻应>10⁸Ω。
- 5.2.9 减振扣件的疲劳载荷循环次数应≥300 万次。
- 5.2.10 采用一体式减振扣件时，在疲劳试验（垂向加载力幅 8kN~40kN，横向加载力幅 4kN~20kN，频率 4Hz~5Hz）后，橡胶材料主体无破裂，金属部件与橡胶之间无开胶现象，垂向静刚度变化率≤15%，自由高永久变形<1mm。
- 5.3 隔振垫
 - 5.3.1 隔振垫可采用橡胶或聚氨酯材料。
 - 5.3.2 隔振垫需根据道岔区道床结构布置情况及系统均匀化要求，进行铺设方式设计，如采用点状、条状或满铺或其他方式，并满足检修及运营养护要求。
 - 5.3.3 隔振垫疲劳载荷循环次数应≥1000 万次。
 - 5.3.4 疲劳试验后隔振垫的静态地基模量变化率应≤15%。
 - 5.3.5 疲劳试验后隔振垫的厚度变化率应≤3%。
 - 5.3.6 隔振垫的动静模量比（动态地基模量试验加载频率为 4Hz）应<1.3。
 - 5.3.7 隔振垫的各项指标、技术要求及试验条件尚应符合 GB/T 39705 规定。

5.4 弹簧隔振器

- 5.4.1 道岔减振系统可选用钢弹簧隔振器、橡胶弹簧隔振器。
- 5.4.2 钢弹簧隔振器疲劳试验应符合 GB/T 16947 相关规定，疲劳载荷循环次数应≥300 万次，荷载范围、加载频率等参数应根据设计检算要求选取；疲劳试验后螺旋钢弹簧不得出现目视裂纹，刚度变化应≤10%，垂向永久变形应<2mm。
- 5.4.3 钢弹簧隔振器结构的密封设计应满足液态阻尼介质不外溢的要求，疲劳试验后钢弹簧隔振器阻尼变化率应≤10%。
- 5.4.4 钢弹簧隔振器宜设置断簧监测装置。
- 5.4.5 橡胶弹簧隔振器中含添加剂的橡胶、金属与橡胶的硫化及使用环境等应满足橡胶产品的耐久性和刚度、阻尼等力学性能指标的要求。
- 5.4.6 橡胶弹簧隔振器所用橡胶物理性能、整体成品性能及相关试验条件应符合 GB/T 41492 的规定。
- 5.4.7 橡胶弹簧隔振器还应按设计载荷进行静态蠕变性能试验，试验方法应符合 GB/T 36375 相关规定，蠕变后垂向静态刚度变化率应≤10%。
- 5.4.8 橡胶弹簧隔振器疲劳载荷循环次数应≥300 万次。
- 5.4.9 疲劳试验后橡胶隔振器的垂向永久变形应<1mm。
- 5.4.10 疲劳试验后橡胶隔振器的静刚度变化率应≤10%。
- 5.4.11 橡胶隔振器的动静刚度比（动刚度试验加载频率为 4Hz）应≤1.3。

6 铺设

6.1 一般规定

6.1.1 在道岔施工之前,对应地段的隧道结构、高架桥或地面线路基等应验收合格,隧道底板应干燥、无渗漏、无积水。轨道基础施工时,主体结构底板应无积水、无浮渣;凿毛地段的凿毛深度和间距应符合设计要求;凿毛后应清理干净,基础结构无浮浆、积水及建渣,确保轨道基础与主体结构底板结合密贴。

6.1.2 轨道基础的高程允许偏差范围为 $-5\sim 10\text{mm}$,基础表面严禁局部凸出或凹陷。隔振器安装位置的基础表面平整度的允许偏差为 $\pm 2\text{mm}/\text{m}^2$,对不满足要求的部位应进行整修,整修范围应包含隔振器安装位置的基础表面及距安装位置外轮廓线 100mm 的区域。隔振器或隔振支座安装的平面位置允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。

6.1.3 减振扣件应按与岔枕类型对应的编号组装;减振扣件应采用专用工具,按产品说明书要求进行安装和拆卸;减振扣件道岔整体道床浇筑后几何形位应符合设计文件要求。

6.1.4 基标设置除应符合 GB/T 50308、GB/T 50299 及 CJJ/T 191 的规定外,还应符合下列规定:

——道岔区控制基标测量应以轨道控制网(CPIII)为基准进行,并进行道岔桩位放样。控制基标测设应符合TB 10601的规定;

——铺设前应复测道岔中心及道岔前、后直股和侧股控制基标的中线坐标和高程;

——控制基标应设置在道岔始端、道岔中心、道岔终端直股和侧股的两侧位置及道岔直股前后 100m 范围内,距线路中线的距离宜为 $3\text{m}\sim 4\text{m}$,按坐标直接测设;

——铺设前应根据CPIII轨道控制网和加密基标对道岔整体平顺性进行控制,保证道岔内高低允许偏差应 $\leq 5\text{mm}/10\text{m}$ 弦。轨向允许偏差应 $\leq 3\text{mm}/10\text{m}$ 弦,水平允许偏差应 $\leq 2\text{mm}$ 。

6.1.5 道岔铺设应符合 TB/T 3302 及 TB/T 3306 的规定外,还应符合以下规定:

——道床混凝土浇筑之前,应做好尖轨滑床板及道岔扣件的保护,防止混凝土污染;

——道岔导曲线应设置应 $\geq 3\text{mm}$ 的超高,防止出现反超高;

——钢轨接头、尖轨跟端、根部、辙叉心等部位无空吊板,其他部位不应有连续空吊板,空吊板率应 $\leq 6\%$ 。

6.2 隔振垫浮置板道岔

6.2.1 隔振垫铺设垂直于线路方向,隔振垫搭接应 $\geq 100\text{mm}$,码钉间距应 $\leq 30\text{mm}$,保证混凝土浇筑时不漏浆。减振垫边缘位置按设计要求进行密封,浇筑混凝土之前应检查确认。

6.2.2 道床检查筒设置位置符合设计图纸要求,检查筒安装后需采取措施进行固定,防止在混凝土浇筑过程中移位跑动。检查筒应与道床面保持平齐。

6.2.3 在轨道架设时,在支撑杆底部开孔(或设置尺寸 $\geq 180\text{mm}\times 180\text{mm}\times 10\text{mm}$ 的钢板),将钢轨支架立柱直接与基底接触。

6.2.4 隔振垫道床板混凝土浇筑需按照板块一次浇筑成型,道床板施工时应加强混凝土的捣实,以提高板的密实度,尽量避免道床板开裂。

6.2.5 对采用隔振垫的轨道,隔振垫应与轨道板密贴,不应有空隙,隔振垫安置的基础应整洁;当满铺隔振垫时,浮置板与基础槽或隧道壁之间应密封,防止浮置板与基础刚性接触,并应符合设计要求;在轨道基础设置的排水设施应通畅,不得积水。

6.3 弹簧隔振器浮置板道岔

6.3.1 钢轨的支撑架应具有足够的刚度和稳定性,支撑架的位置应避开道床伸缩缝及隔振器。

6.3.2 浮置板施工应防止钢筋笼轨排发生变形,钢筋笼轨排应采取特殊的加固措施,吊装钢筋笼轨排的吊点应经检算,受力分布应均匀。

6.3.3 浮置板及水沟模板应支立牢固,其纵向位置允许偏差宜为 $\pm 10\text{mm}$,横向位置允许偏差宜为 $\pm 5\text{mm}$;

垂直度允许偏差宜为 5mm。

6.3.4 道床钢筋防迷流焊接时应做好现场防火措施，保护隔离膜不被损坏。道床钢筋防迷流焊接时应避开隔振器位置。

6.3.5 顶升应在浮置板道床混凝土达到设计强度后进行；每块（单元）浮置板应按设计布设测点，测点设置应牢固并标识；可利用控制基标量测浮置板顶升过程中各测点的数值，并应做好记录；浮置板顶升后轨面高程应满足设计及规范要求。

7 运营养护与维修

7.1 养护维修及管理应符合 CJJ/T 191、TB/T 3302 及 TB/T 3306 的相关规定。

7.2 道岔减振系统除应按普通轨道养护维修要求外，检修维护形式可分为日常巡视检查、全面检查。

7.3 日常巡视检查主要包括减/隔振元件的工作状态检测，车辆经过时是否有异常声音及明显振动，钢轨有无异常变形及磨损，道床有无裂缝、碎裂，以及剪力铰等配套设备的工作状态检查。

7.4 日常巡视检查发现浮置板道床出现剪力铰断裂情况时，应进行更换或加强改造。

7.5 全面检查包括可更换的减/隔振元件抽检，附件锈蚀检查、浮置板高程检查、板底积水和杂物检查、相关设备检查等。

7.6 在抽检时，若出现两个及以上隔振器断簧现象，应对本减振区段的所有隔振元件进行检查。

7.7 浮置板道床全面检查周期不宜超过 5 年、减振扣件全面检查周期不宜超过 2 年。

7.8 在检查、更换隔振元件时，严禁同时对连续三个及以上单点支撑的隔振器进行操作。

7.9 减振道岔应在试运行及正式投入运营后分别进行不少于一次的长效减振效果测试，并与试运营的测量结果进行比较；条件许可时，可在减振道岔地段布置监测设备，对减振道岔工作状态进行长期在线监测。

7.10 道岔减振系统投入运营后，每 5 年宜进行一次减振效果测试。若减振效果衰减幅度 $>30\%$ ，或不能满足所在地段减振要求时，应更换隔振元件。

7.11 在隔振元件投入使用后，每 10 年宜对隔振元件进行抽检并进行性能检测，其外观应无损坏、无裂纹或锈蚀等，性能指标应符合产品保养与维修的相关规定。

7.12 浮置板道床地段排水系统应畅通、无积水、无淤泥，不应通过冲水方式清洗浮置板道床。

7.13 维护、检查和检修应进行记录，并应存档备案。