

团

体

标

准

T/ZPP XXXX—2025

市政道路桥梁新型减隔震支座安装技术规程

Technical specifications for the installation of new seismic isolation bearings for municipal road bridges

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

目 次

前言	11
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
4.1 设计与施工协同原则	2
4.2 核心技术指标	2
4.3 质量控制原则	2
5 材料与设备	2
5.1 支座材料要求	2
5.2 设备要求	3
6 施工准备	3
6.1 技术准备	3
6.2 现场准备	4
7 安装工艺	4
7.1 支座定位	5
7.2 支座吊装	5
7.3 灌浆施工	5
7.4 支座预压	5
8 质量检验	6
8.1 检验分类与频次	6
8.2 不合格处置	6

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xxxx提出。

本文件由xxxx归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

市政道路桥梁新型减隔震支座安装技术规程

1 范围

本文件规定了市政道路桥梁新型减隔震支座（含铅芯橡胶减隔震支座、摩擦摆减隔震支座、高阻尼橡胶减隔震支座）的术语和定义、基本规定、材料与设备、施工准备、安装工艺、质量检验等技术要求，明确了安装全流程的操作标准与质量控制要点。

本文件适用于新建、扩建、改建市政道路桥梁（含城市主干道桥梁、立交桥、跨江大桥等）新型减隔震支座的安装施工与质量验收。

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 1470 铅及铅锑合金板

GB/T 3280 不锈钢冷轧钢板和钢带

GB/T 20688.1 橡胶支座 第 1 部分：橡胶支座技术条件

GB/T 50448 水泥基灌浆材料应用技术规范

HG/T 2899 聚四氟乙烯材料命名

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 新型减隔震支座 new type seismic isolation bearing

在传统减隔震支座基础上优化材料配方或结构设计，具备更优减隔震性能、耐久性及适应性的支座产品，主要包括铅芯橡胶减隔震支座、摩擦摆减隔震支座、高阻尼橡胶减隔震支座三类。

3.2 铅芯橡胶减隔震支座 lead-rubber seismic isolation bearing

由橡胶层、加劲钢板、铅芯及上下连接板组成，通过铅芯屈服耗能与橡胶剪切变形实现减隔震功能的支座，适用于中低烈度地震区域桥梁。

3.3 摩擦摆减隔震支座 friction pendulum seismic isolation bearing

通过滑动面摩擦耗能与摆体转动复位实现减隔震功能的支座，滑动面采用耐磨材料（如聚四氟乙烯、不锈钢），适用于高烈度地震区域桥梁。

3.4 高阻尼橡胶减隔震支座 high damping rubber seismic isolation bearing

采用高阻尼橡胶材料制作，通过橡胶自身阻尼耗能与剪切变形实现减隔震功能的支座，无需额外耗能元件，适用于对环保要求较高的桥梁。

3.5 支座安装偏差 bearing installation deviation

支座实际安装位置、标高、水平度等参数与设计要求的差值，是衡量安装质量的核心指标。

3.6 支座预压 bearing preloading

安装过程中对支座施加预设荷载，检验支座承载能力与变形特性，确保支座安装后满足设计受力要求的工艺步骤。

4 基本规定

4.1 设计与施工协同原则

4.1.1 技术交底

施工前需组织设计、监理、施工单位进行专项技术交底，重点明确：

- a) 支座类型、型号、规格及安装位置对应的桥梁梁体、墩台受力要求；
- b) 减隔震支座的水平位移、竖向承载力、阻尼系数等关键设计参数；
- c) 安装过程中的临时支撑方案、位移控制措施及质量验收标准。

4.1.2 施工适配

施工方案需根据支座类型优化调整：

- a) 铅芯橡胶减隔震支座：重点控制橡胶层剪切变形，避免安装过程中铅芯受损；
- b) 摩擦摆减隔震支座：重点保证滑动面清洁与水平度，防止杂质影响摩擦性能；
- c) 高阻尼橡胶减隔震支座：重点控制安装温度（5°C~35°C），避免低温或高温导致橡胶性能变化。

4.2 核心技术指标

4.2.1 安装精度要求

安装精度要求应符合：

- a) 支座中心平面位置偏差： $\leq 5\text{mm}$ （单跨桥梁）、 $\leq 10\text{mm}$ （多跨连续桥梁）；
- b) 支座顶面标高偏差： $\leq \pm 2\text{mm}$ （相对于设计标高）；
- c) 支座顶面水平度： $\leq 1\%$ （支座边长 $\leq 1\text{m}$ ）、 $\leq 0.8\%$ （支座边长 $> 1\text{m}$ ）；
- d) 同一墩台支座顶面高差： $\leq 3\text{mm}$ 。

4.2.2 环境适应性要求

环境适应性要求应符合：

- a) 施工环境温度：5°C~35°C，低于5°C时需采取保温措施（如篷布覆盖、电加热），高于35°C时需采取降温措施（如遮阳棚、洒水降温）；
- b) 相对湿度： $\leq 85\%$ ，雨天禁止露天安装，避免雨水浸泡支座或影响灌浆质量；
- c) 风力：室外安装时风力 ≤ 6 级，大风天气需暂停吊装作业，防止支座碰撞受损。

4.3 质量控制原则

4.3.1 全过程控制

从材料进场、施工准备、安装工艺到质量检验，实行“三检制”（自检、互检、专检），每道工序验收合格后方可进行下道工序。

4.3.2 关键工序管控

以下工序需设置质量控制点，由监理单位旁站监督：

- a) 支座进场检验（外观、尺寸、性能参数）；
- b) 墩台支座垫石施工与验收；
- c) 支座吊装与定位；
- d) 支座灌浆施工；
- e) 支座预压测试。

5 材料与设备

5.1 支座材料要求

5.1.1 核心材料性能

不同类型减隔震支座的核心材料需满足表1要求。

表1 新型减隔震支座核心材料性能要求

支座类型	核心材料	关键性能指标	测试标准
铅芯橡胶减隔震支座	橡胶层	邵氏硬度 55 ± 5 HA, 拉伸强度 ≥ 15 MPa, 扯断伸长率 $\geq 400\%$, 剪切模量符合设计要求	GB/T 20688.1
	铅芯	纯度 $\geq 99.9\%$, 屈服强度 $10 \sim 15$ MPa, 直径偏差 $\leq \pm 1$ mm	GB/T 1470
摩擦摆减隔震支座	滑动面（聚四氟乙烯）	密度 ≥ 2.1 g/cm ³ , 抗压强度 ≥ 25 MPa, 摩擦系数 ≤ 0.03 （干燥状态）	HG/T 2899
	滑动面（不锈钢板）	材质 304 或 316, 厚度 ≥ 2 mm, 表面粗糙度 $R_a \leq 0.8 \mu m$	GB/T 3280
高阻尼橡胶减隔震支座	高阻尼橡胶	邵氏硬度 60 ± 5 HA, 损耗因子 ≥ 0.15 （1Hz 频率）, 剪切模量稳定性 $\leq \pm 10\%$ （100 次循环）	GB/T 20688.1

5.1.2 辅助材料要求

辅助材料要求如下：

- a) 灌浆材料：采用无收缩高强度灌浆料，抗压强度（28d） ≥ 60 MPa，竖向膨胀率 $0.02\% \sim 0.1\%$ ，流动度（初始） ≥ 300 mm，符合 GB/T 50448 要求；
- b) 锚固螺栓：采用高强度螺栓（8.8 级及以上），材质为 40Cr 或 35CrMo，抗拔承载力符合设计要求，表面镀锌处理（镀锌层厚度 $\geq 85 \mu m$ ）；
- c) 密封材料：采用耐候性硅酮密封胶，邵氏硬度 $20 \sim 30$ HA，拉伸粘结强度 ≥ 1.5 MPa，适用温度 $-40^\circ C \sim 80^\circ C$ 。

5.2 设备要求

5.2.1 施工设备

施工设备要求如下：

- a) 吊装设备：根据支座重量选择起重机（额定起重量 ≥ 1.5 倍支座重量），配备软吊带（避免损伤支座表面），吊装精度 $\leq \pm 2$ mm；
- b) 测量设备：采用全站仪（测角精度 $\leq 2''$ ，测距精度 ≤ 2 mm+2ppm）、电子水准仪（精度 ≤ 0.3 mm/km）、水平仪（精度 ≤ 0.02 mm/m），使用前需校准合格；
- c) 灌浆设备：采用高压灌浆泵（工作压力 ≥ 1.5 MPa），配备搅拌器（转速 ≥ 600 r/min），确保灌浆料搅拌均匀、浇筑密实；
- d) 预压设备：采用千斤顶（额定荷载 ≥ 1.2 倍设计荷载）、压力传感器（精度 $\leq \pm 1\%$ FS），配套位移计（精度 $\leq \pm 0.01$ mm）。

5.2.2 设备校准

设备校准要求如下：

- a) 测量设备：每半年校准 1 次，施工前复核校准状态，确保测量精度；
- b) 压力与位移设备：预压前校准，校准证书有效期 ≤ 1 年；
- c) 吊装设备：定期检查钢丝绳、吊钩、软吊带等部件，无磨损、锈蚀。

6 施工准备

6.1 技术准备

6.1.1 施工方案编制

施工单位需结合桥梁结构形式与支座类型，编制专项安装方案，核心内容包括：

- a) 工程概况：明确桥梁跨径、墩台数量、支座型号及安装位置，标注关键受力节点；
- b) 施工流程：按“垫石施工→支座进场检验→支座定位→吊装→灌浆→预压→验收”顺序梳理工序，明确各工序衔接时间与质量控制点；
- c) 技术措施：针对不同支座类型制定专项措施，如铅芯橡胶支座的铅芯保护措施、摩擦摆支座的滑动面清洁措施；
- d) 应急预案：制定吊装失稳、灌浆料开裂、支座损坏等突发情况的处置方案，配备应急物资（如备用支座、应急灌浆料）。

6.1.2 图纸复核与现场勘查

6.1.2.1 图纸复核：核对设计图纸中支座型号、安装坐标、垫石尺寸与实际墩台尺寸的匹配性，重点检查支座螺栓孔位置与墩台预留孔的偏差，偏差超 5mm 时需联系设计单位调整。

6.1.2.2 现场勘查：测量墩台顶面标高、平整度，记录墩台表面裂缝、露筋等缺陷；检查吊装场地平整度与承载力，确保满足起重机作业要求（承载力 $\geq 150\text{kPa}$ ）；确认施工用水、用电接口位置，保障施工连续性。

6.2 现场准备

6.2.1 垫石施工与验收

要求如下：

- a) 垫石浇筑：按设计要求绑扎垫石钢筋（保护层厚度 $\geq 30\text{mm}$ ），安装模板（垂直度偏差 $\leq 3\text{mm}/\text{m}$ ），采用 C40 及以上补偿收缩混凝土浇筑，振捣密实（振捣时间 15~20s / 点）；
- b) 预埋部件：按图纸位置预埋支座锚固螺栓或螺栓套筒，定位偏差 $\leq 2\text{mm}$ ，套筒顶部高出垫石顶面 5~10mm，防止灌浆料进入；
- c) 垫石验收：浇筑完成后养护 ≥ 7 天（覆盖保湿），验收内容包括：
 - 1) 尺寸偏差：长度、宽度偏差 $\leq \pm 5\text{mm}$ ，高度偏差 $\leq \pm 3\text{mm}$ ；
 - 2) 平整度：顶面平整度 $\leq 2\text{mm}/\text{m}$ ，采用 2m 靠尺检查；
 - 3) 强度：28d 抗压强度 \geq 设计值，采用回弹法或钻芯法检测。

6.2.2 支座进场检验与存放

进场检验：每批次支座需提供出厂合格证、性能检测报告（含阻尼系数、承载力测试数据），现场抽样检验：

- a) 外观：表面无裂纹、气泡、缺角，橡胶层与钢板粘结牢固，无脱开；
- b) 尺寸：支座长度、宽度、高度偏差 $\leq \pm 3\text{mm}$ ，螺栓孔位置偏差 $\leq 2\text{mm}$ ；
- c) 性能：随机抽取 1% 支座（不少于 2 个）送第三方检测机构，测试竖向承载力与水平位移性能，符合设计要求；
- d) 存放要求：支座存放于干燥通风的室内仓库，离地高度 $\geq 100\text{mm}$ （垫木支撑），避免阳光直射、雨淋；不同型号支座分类存放，标识清晰（型号、数量、进场日期）；存放时间 ≤ 3 个月，超过时需重新检验橡胶性能。

6.2.3 临时设施搭建

临时设施搭建应符合：

- a) 吊装平台：在墩台周边搭建临时吊装平台（采用型钢支架），平台承载力 ≥ 2 倍支座重量，护栏高度 $\geq 1.2\text{m}$ ，平台脚手板满铺且固定牢固；
- b) 防护设施：在施工区域周边设置围挡（高度 $\geq 1.8\text{m}$ ），悬挂“施工区域 禁止入内”标识；高空作业区域（高度 $\geq 2\text{m}$ ）设置安全网，网目密度 ≥ 2000 目 / 100cm^2 ；
- c) 灌浆作业区：在垫石周边设置挡浆板（高度 $\geq 50\text{mm}$ ），防止灌浆料外流；清理垫石表面灰尘、油污，采用高压水枪冲洗后晾干。

7 安装工艺

7.1 支座定位

7.1.1 测量放线

测量放线要求如下：

- 采用全站仪按设计坐标在墩台垫石上放出支座中心控制线、边缘控制线，用墨斗弹线标记，线宽≤2mm；
- 用水准仪测量垫石顶面标高，按设计要求确定支座安装标高，标注在垫石侧面，偏差≤±2mm；
- 在支座底面按控制线粘贴定位贴纸，确保支座安装时与垫石控制线精准对齐。

7.1.2 支座调整

轻放支座至垫石上方，初步对齐定位线，用水平仪检查支座顶面水平度，偏差超 1‰时，在支座底部铺垫薄钢板（厚度 0.5~2mm，面积≥支座底面积的 80%）调整，钢板层数≤3 层；用全站仪复核支座中心位置，偏差超 5mm 时，采用千斤顶顶推微调，严禁强行撞击支座；调整完成后，临时固定支座（如点焊螺栓或用木楔楔紧）。

7.2 支座吊装

7.2.1 吊装准备

吊装准备如下：

- 根据支座重量选择吊装索具：重量≤5t 时采用尼龙软吊带（安全系数≥6），重量>5t 时采用钢丝绳（配卸扣，安全系数≥8）；
- 在支座顶面设置吊点（按厂家标识位置），吊点对称布置，确保吊装时支座平稳，无倾斜（倾斜角≤3°）；
- 清理起重机作业半径内障碍物，设专人指挥吊装，指挥信号采用旗语或对讲机（频道专用，避免干扰）。

7.2.2 吊装作业

将支座起吊至离地面 300mm，停留 5 分钟，检查吊具受力、支座平衡情况，无异常方可继续起吊；缓慢提升支座至墩台垫石上方 100~200mm，调整位置后缓慢下放，避免支座与垫石碰撞；支座接触垫石后，松开吊具，复核定位与水平度，确认无误后进行下一步施工。

7.3 灌浆施工

7.3.1 灌浆料制备

按灌浆料说明书比例加水（水料比偏差≤±1%），采用电动搅拌器搅拌（转速 600~800r/min），搅拌时间 3~5 分钟，确保浆体均匀无结块；测试灌浆料流动度（初始流动度≥300mm），不符合要求时不得使用；浆体搅拌完成后 30 分钟内必须浇筑完毕，超时需废弃。

7.3.2 灌浆操作

灌浆操作如下：

- 浇筑方式：采用高位漏斗或高压灌浆泵从支座一侧缓慢注入，使浆体从另一侧溢出，确保排气充分，无空鼓；禁止从多个方向同时灌浆，避免产生气泡；
- 浇筑高度：灌浆料浇筑至高出垫石顶面 5~10mm，覆盖支座底部，确保锚固螺栓或套筒被浆体包裹；
- 养护：灌浆完成后立即覆盖土工布保湿，养护时间≥7 天（高温天气增加洒水频次，低温天气覆盖保温），养护期间禁止扰动支座。

7.4 支座预压

7.4.1 预压方案

预压荷载按设计要求执行,通常为支座竖向设计承载力的1.1倍,分3级施加(50%、80%、110%),每级荷载持荷30分钟;在支座顶面对称布置千斤顶(数量 ≥ 4 个,均匀分布),千斤顶上方设置分配梁(型钢制作),确保荷载均匀传递至支座。

7.4.2 预压实施

预压实施操作步骤如下:

- a) 加载:采用同步液压系统控制千斤顶加载,加载速率 $\leq 10kN/s$,实时监测荷载与位移;每级荷载持荷期间,记录支座沉降量,沉降稳定(15分钟内沉降 $\leq 0.1mm$)方可施加下一级;
- b) 卸载:达到最大预压荷载并稳定后,按相反顺序分级卸载($110\% \rightarrow 80\% \rightarrow 50\% \rightarrow 0$),卸载速率 $\leq 20kN/s$;
- c) 结果判定:预压过程中支座无明显变形、异响,沉降量符合设计要求(\leq 设计值的1.2倍),判定预压合格;不合格时需检查支座质量或安装偏差,整改后重新预压。

8 质量检验

8.1 检验分类与频次

8.1.1 分项检验

分项检验步骤如下:

- a) 进场检验:支座、灌浆料、螺栓等材料进场时100%外观检验,性能检验按批次抽样(每批次抽检1%,不少于2件);
- b) 工序检验:垫石施工、支座定位、灌浆、预压等关键工序完成后,逐道进行检验,合格后方可进入下道工序;
- c) 竣工验收:全桥支座安装完成后,进行整体验收,抽检比例 $\geq 20\%$ (不少于5个支座)。

8.1.2 关键检验项目与标准

不同检验环节的关键项目与标准要求见表2。

表2 新型减隔震支座安装质量检验项目与标准

检验环节	检验项目	检验方法	合格标准
垫石施工	尺寸偏差	钢直尺、水准仪测量	长度/宽度 $\leq \pm 5mm$,高度 $\leq \pm 3mm$,平整度 $\leq 2mm/m$
	混凝土强度	回弹法/钻芯法	28d抗压强度 \geq 设计值
支座安装	中心位置偏差	全站仪测量	$\leq 5mm$ (单跨)、 $\leq 10mm$ (多跨)
	顶面标高偏差	水准仪测量	$\leq \pm 2mm$ (相对于设计标高)
灌浆施工	顶面水平度	水平仪测量	$\leq 1\%$ (边长 $\leq 1m$)、 $\leq 0.8\%$ (边长 $> 1m$)
	灌浆料强度	试块试验/回弹法	28d抗压强度 $\geq 60MPa$
支座预压	灌浆密实度	超声探伤/目视检查	无空鼓、裂缝,浆体与支座、垫石结合紧密
	沉降量	位移计测量	最大沉降量 \leq 设计值的1.2倍,无异常沉降
	荷载-位移曲线	数据采集系统记录	曲线平滑,无突变,符合设计规律

8.2 不合格处置

不合格处置如下:

- a) 轻微缺陷:如支座表面轻微划痕、灌浆料表面细小裂缝(宽度 $< 0.2mm$),可采用密封胶修补,修补后重新检验;

- b) 一般缺陷：如支座位置偏差 $6\sim10\text{mm}$ 、灌浆料空鼓面积 $<5\%$ ，需拆除支座或灌浆料，整改后重新安装；
 - c) 严重缺陷：如支座变形、开裂，灌浆料大面积空鼓 ($>5\%$)，需更换支座并彻查原因，整改后重新组织验收。
-