



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-201□

城市轨道交通环境振动与噪声控制工程 技术规范

Technical specifications for environment vibration and noise control

engineering of urban rail transit

（征求意见稿）

201□-□□-□□ 发布

201□-□□-□□ 实施

环 境 保 护 部 发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 振动与噪声的来源及其强度的调查	2
5 总体要求	3
6 工程设计	3
7 主要工程措施及要求	5
8 劳动安全与职业卫生	6
9 施工与验收	7
10 运行与维护	9

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国噪声污染防治法》，规范城市轨道交通环境振动与噪声控制工程的建设与运行管理，改善振动环境与声环境质量，保护环境与人体健康，制定本标准。

本标准规定了城市轨道交通环境振动与噪声控制工程设计、施工、验收和运行维护的技术要求。

本标准为指导性标准。

本标准为首次发布。

本标准由国家环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：北京市劳动保护科学研究所、中国环境保护产业协会噪声与振动控制专业委员会、国家环境保护城市噪声与振动控制工程技术中心、浙江天铁实业股份有限公司。

本标准国家环境保护部20□□年□□月□□日批准。

本标准自20□□年□□月□□日起实施。

本标准由国家环境保护部解释。

城市轨道交通环境振动与噪声控制工程技术规范

1 范围

本标准规定了城市轨道交通环境振动与噪声控制工程设计、施工、验收和运行维护的技术要求。

本标准适用于地铁、轻轨等轮轨系统引起的环境振动与噪声污染控制工程,有轨电车、单轨、自动导向轨道系统等城市轨道交通引起的环境振动与噪声控制工程可参考执行。

本标准可作为城市轨道交通建设项目的环境影响评价,振动与噪声控制工程设计、施工、验收、运行与管理的技术依据。

本标准不适用于磁浮轨道交通系统。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件,其有效版本适用于本标准。

GB 3096	声环境质量标准
GB 10070	城市区域环境振动标准
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 12523	建筑施工场界环境噪声排放标准
GB 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB 50118	民用建筑隔声设计规范
GB 50157	地铁设计规范
GB/T 50452	古建筑防工业振动技术规范
GB 50463	隔振设计规范
GB 50490-2009	城市轨道交通技术规范
GBZ 1	工业企业设计卫生标准
GBZ 2.1	工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素
GBZ 2.2	工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理有害因素
CJ/T 401	梯形轨枕技术条件
CJJ/T 191	浮置板轨道技术规范
HJ/T 90	声屏障声学设计和测量规范
HJ/T 403	建设项目竣工环境保护验收技术规范城市轨道交通
HJ 453	环境影响评价技术导则 城市轨道交通
HJ 2034-2013	环境噪声与振动控制工程技术导则
JGJ 146	建筑施工现场环境与卫生标准
JGJ/T 170	城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准
TB/T 2626	铁道混凝土枕轨下用橡胶垫板技术条件
TB/T 2629	铁路混凝土轨枕枕下弹性垫板

EN 13481-6 铁路应用 轨道 紧固系统的性能要求 第6部分：专用紧固系统振动衰减 (Railway Applications - Track - Performance Requirements for Fastening Systems - Part 6: Special Fastening Systems for Attenuation of Vibration)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统，包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统。

[注：GB 50490-2009，定义 2.0.1]

3.2 噪声源强 noise source intensity

即噪声污染源的强度——反映噪声源声辐射强度和特征的指标，通常用辐射噪声的声功率级或确定环境条件下、确定距离的声压级（均含频谱）以及指向性等特征来表示。

[注：HJ 2034-2013，定义 3.7]

3.3 振动源强 vibration source intensity

即振动污染源的强度——反映振动源强度的加速度、速度或位移等特征指标，通常用参考点垂直于地面方向的Z振级表示。

[注：HJ 2034-2013，定义 3.8]

3.4 结构噪声 structure-borne noise, ground-borne noise, re-radiated noise

经过大地和（或）建筑结构传播而来的振动引起的建筑物室内的噪声，也称为二次结构噪声、地传噪声或地面诱导结构声、二次辐射噪声。

4 振动与噪声的来源及其强度的调查

4.1 振动与噪声的来源

4.1.1 振动主要是由城市轨道交通轮轨间的相互作用产生。

4.1.2 噪声主要是由城市轨道交通机车、轮轨、受电弓、车辆空气动力作用产生，以及风亭、冷却塔、变配电设备等附属设施产生。

4.1.3 结构噪声由轮轨相互作用引起的建筑结构的振动产生。

4.2 振动与噪声源强的调查

4.2.1 城市轨道交通环境振动与噪声控制工程设计前，应进行振动与噪声污染强度的调查。

4.2.2 对既有城市轨道交通的振动与噪声污染强度应开展实地或类比测试；对于新建的城市轨道交通的振动与噪声污染强度，可采取类比测试、资料调查或二者结合的方式获得；实地测试或类比测试方法应符合 HJ 453 的要求，必要时调查源强的频谱及其指向性特征。

5 总体要求

- 5.1 城市轨道交通环境振动与噪声控制应遵循预防为主、防治结合、经济合理、因地制宜的原则。
- 5.2 城市轨道交通环境振动与噪声控制应优先合理规划布局，采用低振动、低噪声车辆和设备等源头预防措施；并遵循“源-传播途径-敏感点”的顺序选择控制措施，科学、合理、综合地进行振动与噪声控制。
- 5.3 城市轨道交通规划设计应按照线路两侧土地利用规划，预留采取振动与噪声控制措施的条件。
- 5.4 环境振动与噪声控制工程应保证环境振动与噪声或室内振动与噪声达到国家和地方的相关标准要求。
- 5.5 环境振动与噪声控制应综合考虑运行安全、次生影响、经济成本、使用寿命、维修更换方便等因素。
- 5.6 环境振动与噪声控制工程应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。
- 5.7 环境振动与噪声控制工程的设计、施工、验收、运行与维护除符合本标准规定外，还应遵守国家现行的有关法律法规、标准和行业规范的规定。

6 工程设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 城市轨道交通环境振动与噪声控制工程的控制要求，应根据环境振动和噪声超标量确定。
- 6.1.2 环境振动和噪声的超标量应依据 GB 10070、GB 3096、GB 12348 确定。
- 6.1.3 振动与噪声控制工程的设计应考虑城市轨道交通与其它交通方式共同作用的综合影响。
- 6.1.4 设计方案制定时应协调相关单位采取综合技术措施，以保证减振降噪效果满足相关规范要求，并预留适当的设计裕量。
- 6.1.5 当采取多种减振降噪措施时，应综合考虑控制措施的参数匹配及协调性。
- 6.1.6 对于古建筑或精密仪器等特殊敏感目标的防护，应进行专项技术论证确定。

6.2 振动控制工程设计

- 6.2.1 轨道振动控制工程措施包括道床减振、轨枕减振、扣件减振、隔振屏障、建筑物隔振等方式。
- 6.2.2 轨道振动控制工程措施减振效果的评价量应与 GB 10070 中规定的环境振动评价量（Z 振级）相一致。各减振控制工程措施源强的降噪效果的参考数值如下：
 - a) 各类道床减振控制工程措施的减振效果在 10-20dB；
 - b) 各类轨枕减振控制工程措施的减振效果在 6-13dB；
 - c) 各类扣件减振控制工程措施的减振效果 2-8dB。

6.2.3 振动控制工程的设计应充分考虑线路条件、地质条件、隧道结构、车辆运行条件（车辆类型、编组、轴重和运行速度等）、振动源的强度、敏感点超标量、减振系统特点、施工场地条件及全寿命周期经济性等指标。

6.2.4 振动控制工程的设计应符合 GB 10070、GB 50157、GB 50463、GB/T 50452 和 JGJ/T 170 的规定。

6.2.5 振动控制措施的长度应符合以下要求：

- a) 振动控制工程的长度应根据振动影响范围、保护目标与线路的距离、保护目标超标量、减振措施平稳过渡段的振级线性变化规律等进行综合确定；
- b) 轨道振动控制措施相对于敏感点之外的延伸长度应确保隔振措施两端非隔振路段振动的距离衰减与隔振措施的减振效果相匹配；必要时可适当采用中、低等级隔振措施加以过渡；当采用中级及其以上减振措施时，其过渡段的长度应沿轨道方向各外延不小于一列车长；
- c) 不同隔振措施之间的衔接还应考虑轨道刚度的匹配过渡，保证轨道平稳运行。

6.2.6 应避免由于轨道振动控制措施引起的轮轨关系病害现象，如车轮或轨道的振动异常、磨耗异常、零部件损坏及异常波磨等。

6.3 噪声控制工程设计

6.3.1 一般规定

6.3.1.1 由城市轨道交通地上线引起的噪声超标区域除声源措施以外，应优先采用声屏障等传播途径控制措施；若传播途径措施无法实施或实施后无法满足声环境质量标准，可采用或辅助采用隔声窗等建筑防护措施。

6.3.1.2 由城市轨道交通的地面附属设施引起的噪声污染宜优先采用低噪声的设备设施；若采取低噪声设备设施后，仍未达到相关标准限值要求，应采用隔声、消声措施，确保达到相关标准限值要求。

6.3.2 隔声

6.3.2.1 城市轨道交通线路声屏障设计应符合下列要求：

- a) 声屏障声学设计应按照 HJ/T 90 的规定执行；
- b) 声屏障的高度应结合噪声控制要求及声屏障位置、敏感点、声源三者之间的相对距离和相对高差等特征，经过计算确定；
- c) 声屏障的长度应为敏感点沿交通干线方向的长度与声屏障两端附加长度之和；声屏障两端的附加长度应使非隔声段车辆运行噪声对敏感点的距离衰减达到与声屏障设计插入损失相匹配，声屏障两端的附加长度应按公式（1）计算，如不足 50m，按 50m 长度设计；

$$b=0.15d\Delta L\ldots\ldots\ldots (1)$$

式中：

b——声屏障附加长度，单位为米（m）；

d——接收点到线路的距离，单位为米（m）；

ΔL ——声屏障插入损失（不应小于超标量），单位为分贝（dB）。

- d) 城市轨道交通干线邻近中高层敏感点的，宜选择半封闭式或全封闭式声屏障；声屏障设置应尽量靠近噪声源，其与城市轨道交通的相对位置应符合城市轨道交通限界要求。

6.3.2.2 隔声窗设计应符合下列要求:

- a) 根据工程控制要求, 确定满足条件的隔声窗等级, 选择合格的隔声窗;
- b) 临线路两侧敏感建筑物外窗所采用的隔声窗的隔声指标 R_w+C_{tr} 应不小于 30dB。

6.3.2.3 隔声罩设计应符合下列要求:

- a) 城市轨道交通地面附属设施的噪声控制可采用隔声罩措施, 隔声罩设计时应保留检修通道;
- b) 采取隔声罩措施时, 应充分密闭, 避免缝隙孔洞等漏声现象, 同时应配合足够通流面积的进风、排风消声措施。

6.3.3 消声

6.3.3.1 根据工程控制要求及城市轨道交通地面附属设施噪声源的频率特性, 设计消声器的插入损失, 且消声器的插入损失不应低于工程控制要求。

6.3.3.2 根据城市轨道交通地面附属设施噪声源的特点、传播途径和辐射方向选定消声器的最佳位置; 消声器的末端出口应避免指向噪声敏感点。

7 主要工程措施及要求

7.1 一般规定

7.1.1 城市轨道交通线路的路径选择和敷设方式应考虑城市的土地利用规划, 且宜避让敏感建筑物。

7.1.2 穿越城市建成中心区或规划中心区的城市轨道交通线路, 宜优先设置地下线路, 且应通过加大埋深、改变隧道结构形式等方式降低振动与噪声的影响。

7.1.3 城市轨道交通振动与噪声控制措施可从源、传播途径、敏感建筑物等多方面着手, 采取综合控制措施。

7.2 振动控制工程

7.2.1 道床减振

7.2.1.1 道床减振措施主要包括阻尼弹簧减振器浮置道床、减振垫式浮置道床等道床式减振措施。

7.2.1.2 浮置板轨道减振措施的相关要求应符合 CJJ/T 191 的要求。

7.2.1.3 道床减振区段应预留合理的轨道结构高度, 并尽可能不设置过轨管线。

7.2.2 轨枕减振

7.2.2.1 轨枕减振措施主要包括梯形轨枕、弹性短轨枕(弹性套靴)、弹性长枕等。

7.2.2.2 轨枕枕下的橡胶垫及弹性垫板应符合 TB/T 2626、TB/T 2629 的规定。

7.2.2.3 采用梯形轨枕措施时, 其材料和技术要求应符合 CJ/T 401 的规定。

7.2.3 扣件减振

7.2.3.1 扣件的材料及其技术要求应符合我国各类扣件的现行标准、技术规范的要求。

7.2.3.2 扣件的减振效果设计宜符合 EN 13481-6 的规定。

7.2.3.3 扣件对钢轨高度和轨距应设置一定的调整量。

7.3 噪声控制工程

7.3.1 隔声

7.3.1.1 声屏障的材料和构件应符合以下要求：

- a) 声屏障声学构件的计权隔声量不应小于 30dB；
- b) 具有吸声性能的声屏障声学构件，其降噪系数（NRC）应不低于 0.6；
- c) 声屏障声学构件应具有防潮（水）性能，在高湿度或淋雨雪环境中其吸隔声性能不受影响；
- d) 声屏障结构支撑构件和材料，应符合相关标准规定；
- e) 声屏障工程应避免采用轻质板材及易产生结构噪声的材料。

7.3.1.2 隔声窗的材料和构件应符合以下要求：

- a) 隔声窗的开启方式应优先采取平开型式；
- b) 隔声窗宜采用中空玻璃、夹胶玻璃等多层玻璃；若采用中空玻璃，其空气层厚度应不低于 12mm；
- c) 选择玻璃厚度、玻璃之间空气层厚度时，宜使玻璃与空腔形成的共振频率避开人耳听觉范围，共振频率 f_0 可按公式（2）估算：

$$f_0 = 59.6 \sqrt{\frac{1}{d} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)} \quad (2)$$

式中：

m_1 、 m_2 ——分别为空腔两侧玻璃的面密度，单位为千克每平方米（ kg/m^2 ）；

d ——空腔厚度，单位为米（m）。

7.3.1.3 隔声罩的材料和构件应符合以下要求：

- a) 隔声罩的隔声量应不低于 25dB；
- b) 全封闭型隔声罩应与通风消声系统组合使用，满足设备通风、散热要求。

7.3.2 消声

消声器的设计首先应使其频带消声特性充分满足轨道交通噪声有效频率范围内的降噪需求，其次应使其流速、流阻等满足设备空气动力性能的限制条件。

8 劳动安全与职业卫生

8.1 劳动安全

8.1.1 施工单位必须建立、健全劳动安全制度，严格执行国家劳动安全规程和标准，对劳动者进行劳动安全教育，防止劳动过程中事故发生。

8.1.2 设立专职安全员，施工过程中随时随地进行安全检查，对存在安全隐患的地方及时发现、纠正；夜间、雨期、冬期、高空、密闭空间等作业情况下应按照相应标准规范进行的安全措施准备和施工。

8.1.3 建设过程中安全卫生管理应符合现行国家 GB 12801 的有关规定，各岗位应根据工艺特征和具体要求，制定本岗位安全操作规程。

8.2 职业卫生

8.2.1 振动与噪声控制工程建设过程应贯彻执行《中华人民共和国职业病防治法》，应符合国家职业卫生标准的工作环境和条件。

8.2.2 作业环境中的粉尘、噪声、振动、电磁、温度等应符合 GBZ 1、GBZ 2.1、GBZ 2.2 的规定；如超出允许限值，应采取相应的防护措施。

8.2.3 施工现场环境与卫生应符合 JGJ 146 的规定。

9 施工与验收

9.1 一般规定

9.1.1 施工单位应具有相应的工程施工资质，并按照工程设计图纸、计算文件、设备图纸等组织施工。

9.1.2 施工前，设计单位应向施工单位进行技术交底，并应配备相关技术人员指导施工工作，对安装预留条件、基础处理、接口关系、振动与噪声控制工程构件安装要求提供技术指导。

9.1.3 振动与噪声控制工程相关产品的现场存储应符合产品存储要求，且在产品安装前应以抽检的方式对产品外观及性能指标进行检测。

9.1.4 工程施工过程中产生的振动与噪声应满足 GB 12523 的要求。

9.1.5 工程施工除应符合本规范外，还应符合国家现行的工程施工的程序、管理文件及相关标准规范的要求。

9.2 施工

9.2.1 振动控制工程

9.2.1.1 在土建（尤其是盾构）施工时，应严格控制隧道的形位误差，以保证振动控制措施实施及其减振效果。

9.2.1.2 道床基底施工时，应严格控制基底施工精度。

9.2.1.3 钢弹簧浮置板道床施工时，应满足以下要求：

- a) 应严格控制浮置板基底上隔振器安装位置的纵向、横向间距以及平整度，以保证轨道的几何尺寸精度；
- b) 浮置板道床施工过程中应采取必要的措施确保各模板、水沟盖板与观察筒/检修口以及隔离层与隔振原件之间的妥善密封以及完工后的浮置板周边的隔离及密封；
- c) 浮置板道床区段应特别注意排水沟的合理设置和实际施工质量及其两端与普通整体道床排水系统的顺接过渡；并充分考虑日常检修、杂质过滤隔离等防止堵塞措施。

9.2.1.4 减振垫式浮置板道床施工时，应满足以下要求：

- a) 减振垫式浮置板道床的整个施工过程中,应采取措施避免减振垫整体或局部受到超出设计值的荷载和变形;
- b) 减振垫的铺设过程中,应采取措施保证减振垫搭接处及减振垫边缘的密封;
- c) 应在浮置板上合理设置检修口,以确保在使用过程中对减振垫进行必要检查及实现后期更换。

9.2.1.5 轨枕减振工程施工时应满足以下要求:

- a) 按照设计要求,轨枕应采取有效措施确保轨枕与其周边及下部的道床基础有足够的隔离及减振所需的间隙,并避免轨枕周围道床的密实性,避免轨枕产生异常松动;
- b) 轨枕轨排架设完毕后,应首先通过调整轨枕的位置实现轨道静态几何尺寸的整体调整;
- c) 当采用梯形轨枕时,应注意以下两点:
 - 1) 轨枕长度宜与下部结构的分段长度或跨度模数的进行协调和匹配,以确保轨道强度及稳定性;
 - 2) 轨排架设前应对道岔区、人防门、路桥(隧)衔接点、梁缝等起控制作用的部位进行测量,根据测量结果对梯形轨枕轨排的布置进行适当的调整。
- d) 当采用弹性轨枕时,应注意轨距控制;枕下弹性垫层的设置应与钢轨中心对称;弹性套靴与轨枕接触的缝隙应采取封闭措施。

9.2.1.6 扣件减振工程施工时应满足以下要求:

- a) 扣件弹性垫板与其上下层部件间应直接平行接触,不可错位和漏装;弹性垫板的预压缩量不应超过设计范围;
- b) 调高垫板的使用和调高量最大值应符合相关设计规定,且不可在钢轨下和轨下垫板之间进行调高;
- c) 浮轨式扣件安装后,钢轨轨底和防撞垫之间的间隙距离应在设计范围之内;橡胶楔块应与钢轨接触。

9.2.2 噪声控制工程

9.2.2.1 声屏障施工时应满足以下要求:

- a) 声屏障立柱及相关钢结构施工完成后,立柱角度偏差应满足设计要求;且经相关部门和监理验收合格后方可进行声屏障屏体的安装施工;
- b) 声屏障屏体安装时应注意屏体单元之间、屏体与立柱及相关钢结构、屏体与基础之间的缝隙应密实无漏声,必要时应进行密封处理;
- c) 对于单元板附带局部隔振(解耦)胶条的声屏障,安装时更应注意保持胶条位置正确与完好,防止其偏移和缺损导致局部短路或漏声。

9.2.2.2 隔声窗施工时应满足以下要求:

- a) 安装隔声窗的洞口应清理干净,隔声窗应可靠固定于墙体洞口内;隔声窗与墙体连接处的缝隙优先采用弹性密封处理;
- b) 隔声窗主体应进行必要的防腐和耐候性处理;
- c) 安装隔声窗玻璃时,应使用弹性支撑块、定位块和弹性密封胶条等弹性材料,以确保玻璃与窗框架型材之间密封且无刚性接触。

9.2.2.3 消声措施施工时应满足以下要求:

- a) 大型组合式消声措施的现场安装, 应按照正确的施工顺序进行。消声组件的排列、方向与位置应符合设计要求; 各消声单元组件的固定应牢固;
- b) 消声器、消声弯头等构件在安装时, 应单独设置具有减振作用的支、吊架;
- c) 当有 2 个或 2 个以上消声元件组成消声组件时, 其连接应紧密, 不得松动, 连接处表面过渡应圆滑。

9.3 工程验收

9.3.1 环境振动与噪声控制工程中土建和钢结构的验收应符合城市轨道交通的土建以及钢结构的验收规范。

9.3.2 对基础工程应在振动与噪声控制工程施工之前按要求进行验收; 有隐蔽工程的, 应在施工过程中对隐蔽工程进行阶段验收。

9.3.3 环境振动与噪声控制工程的工程验收应符合国家现行标准规范及工程设计文件的有关规定。

9.4 环境保护验收

9.4.1 环境振动控制工程的隔振效果验收, 敏感点的振动环境质量或敏感点室内振动应符合 GB 10070 的要求。

9.4.2 环境噪声控制工程的降噪效果验收, 敏感点的室外声环境质量应符合 GB 3096 的要求或敏感点室内声环境质量应符合 GB 50118 的要求; 针对城市轨道交通地面附属设施的噪声控制工程, 其降噪效果的验收应符合 GB 12348 的要求。

9.4.3 环境振动与噪声控制工程环保验收的方法应依据 HJ/T 403 的规定执行。

10 运行与维护

10.1 城市轨道交通的主管部门或单位应建立健全振动与噪声控制工程的运行与维护相关的各项管理制度, 确保减振降噪措施的性能和使用寿命。

10.2 城市轨道交通线路运营或养护维修单位应按年度、季度、月度制定维护计划, 同时应配备满足振动与噪声控制工程的运行与维护基本检测及维护需求的专用工具和测试仪器。

10.3 对相关维护、检查和检修应附有详细记录, 更换和维修应符合相关规定, 并存档备案。

10.4 定期巡检时, 发现失效或损坏等相关问题应及时更换, 且应使用不低于前者的振动与噪声控制措施或材料进行替换。