

山东省地方标准
《地铁盾构施工振动监测规程》
(征求意见稿) 编制说明

编制单位:

中铁建黄河投资建设有限公司

中铁十八局集团有限公司

中南大学

编制日期: 2024 年 12 月 9 日

目录

一、 工作简况	3
(一) 任务来源	3
(二) 主要起草单位、主要起草人及任务分工	3
(三) 起草过程	5
二、 标准制定的目的及意义	7
三、 标准编制原则、主要技术内容及依据	8
四、 与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系	14
五、 重大分歧意见的处理结果及理由	15
六、 对地方标准自发布日期至实施日期之间的过渡期（以下简称“过渡期”）的建议及理由	16
七、 实施标准的经济、社会效益	16
(一) 经济效益	16
(二) 社会效益	17

一、工作简况

（一）任务来源

本标准任务来源是根据山东省市场监督管理局的《关于印发〈港口装卸服务规范 第1部分：集装箱〉等第二批地方标准计划项目的通知》（鲁市监标函〔2024〕166号）通知要求，《地铁盾构施工振动监测规程》获批立项，编号2024-T-28。。

本标准由山东省交通运输厅提出并组织实施，由山东省城市轨道交通标准化技术委员会（鲁TC53）归口。

本标准由中国铁建股份有限公司2022年度科技研究开发计划及资助项目（2022-C1）资助。

（二）主要起草单位、主要起草人及任务分工

1. 主要起草单位

中铁建黄河投资建设有限公司、中铁十八局集团有限公司、中南大学。

2. 主要起草人

王朝晖，李克金，张爱军，赵广资，齐跃军，李春林，汪优，王星华，王振宇，汤占华，姜向华，仇晖，张曦，丁忠奇，吴广兴，王瑞，丁泊淞，余思源，马悦，高天涯。

3. 任务分工

王朝晖：标准起草负责人，组织标准起草工作，协调标准制定所

需资源。

李克金：标准起草负责人，组织确定标准制定方案，组织推进标准制定程序及进度，组织协调标准制定所需资源。

张爱军：标准起草负责人，组织标准起草分工，把控标准起草各阶段进度，组织协调标准制定所需资源。

赵广资：组织讨论确定标准框架，制定标准编写大纲，组织起草人员讨论确定标准化对象所需规范的技术要素。

齐跃军：组织标准编制的总体方案，组织起草人员讨论确定编写思路，明确编制小组人员架构及具体责任分工。

李春林：组织实施标准制定方案，调度起草组成员推进标准制定程序和进度，组织标准审查、报批等工作。

汪优：协助组织讨论确定标准框架、编写标准编制工作大纲，协助组织起草组人员讨论确定标准化对象需要规范的技术要素。

王星华：组织起草组人员进行调研、收集素材，组织起草人员编写标准，参与标准编写，整理标准相关技术文档，组织召开标准研讨会，组织征求意见等。

王振宇：提供标准编写所需的资料、素材，参与标准编写，协助征求意见等。

汤占华：参与标准编写，提供标准编制技术支持，协助召开标准评审会，组织报批工作。

姜向华，仇晖，张曦，丁忠奇，吴广兴，王瑞，丁泊淞，余思源，马悦，高天涯：参与标准调研、标准编写、标准讨论，协助整理标准

相关技术文档，参与办理征求意见，办理标准研讨会、标准专家审查会等具体事务等。

（三） 起草过程

1. 前期工作

2022 年 1 月中铁建黄河投资建设有限公司及中铁十八局集团有限公司联合中南大学共同成立了《地铁盾构施工振动监测规程》标准工作组，负责针对地铁隧道盾构施工产生的环境振动问题进行现场调研及现场监测，同时负责整体组织推进标准的起草等工作。

2. 申请立项

（1） 前期调研

2022 年 6 月至 2023 年 2 月，标准工作组对环境振动监测控制等有关法律法规以及政策文件进行梳理，充分借鉴吸收外省以及国内外有关标准经验，并开始制定标准项目实施大纲以及详细的工作部署，落实了编制小组人员组织分工，正式筹备标准申报立项工作。

2023 年 3 月至 2023 年 10 月，标准工作组完成了地铁隧道盾构施工项目调研，明确了盾构施工项目产生的振动污染情况。同时完成了现场的振动监测工作，以及地面及邻近建筑物的受力变形和动力响应规律分析工作，为编制标准技术性内容提供了丰富完整的数据资料以及编制依据。

（2） 立项申请

2023 年 11 月至 2024 年 1 月，标准工作组根据《城市区域环境

振动标准》（GB 10070—1988）、《铁路环境振动测量》（TB/T 3152—2007）、《环境振动监测技术规范》（HJ 918—2017）以及其他省市类似相关标准，形成了《地铁盾构施工振动监测规程》工作组内部讨论稿。

2024年1月，标准工作组就《地铁盾构施工振动监测规程》工作组内部讨论稿征求了济南、青岛等市城市轨道交通分管领导及具体工作人员的意见和建议，共收到有效意见反馈20条，经认真研究后采纳了18条，并按专家意见进行了修改完成了标准草案草稿。

2024年2月至2024年4月，标准起草小组在山东省城市轨道交通标准化技术委员会组织的专家评审中进行立项申请报告。

2024年9月19日，山东省市场监督管理局发布了《关于印发〈港口装卸服务规范 第1部分：集装箱〉等第二批地方标准制修订计划项目的通知》，《地铁盾构施工振动监测规程》获批立项（编号：2024-T-28），中铁建黄河投资建设有限公司正式组织开始编写标准草案。

3.文本编写

2024年11月，编制小组向山东省城市轨道交通标准化技术委员会提交《地铁盾构施工振动监测规程》初稿进行初审。

2024年12月，标准起草小组按照山东省城市轨道交通标准化技术委员会初审意见对标准内容进行修改完善，同时完善编制说明，形成征求意见稿。

二、 标准制定的目的及意义

盾构法目前被广泛应用于地铁隧道施工，而新建地铁不可避免地穿越既有地下管线、桥梁桩基及建筑基础。因此盾构施工不仅要满足工程自身安全，还必须确保周边建筑物的安全。盾构机在施工过程中产生的振动可能会诱发邻近建筑的结构共振，大量工程实践表明，盾构施工振动造成隧道本身以及邻近建筑产生振动危害的现象非常普遍且亟待解决。此外，部分相关政策法规也已经将城市地区的环境振动作为关键的控制指标之一。

《中华人民共和国环境保护法》第四十二条针对企事业单位在生产过程中产生的振动等污染进行了规定，并表明相关单位按照国家有关规定和监测规范安装使用监测设备，保证监测设备正常运行，保存原始监测记录。

《中华人民共和国噪声污染防治法》中也针对噪声以及振动的排放，监测，控制提出了相关规定，其中第三章中要求生产单位应当确定噪声及振动排放、控制、监测的相关责任人。

环境部 2018 年颁布了《城市轨道交通环境振动与噪声控制工程技术规范》等多项标准规范中均针对城市地区环境振动的产生和控制提出了相关规定。

住建部也针对受振体等的加固和保护推出了《古建筑防工业振动技术规范》，进一步说明了常见的生产过程中产生的不同强度的工业振动可能会对部分老旧建筑及古建筑产生损坏，因此在施工建设过程

中，应当严格监控建筑物的振动响应。

山东省大部分地区地层自上而下依次主要由近代人工填土、第四系全新统冲积粉质粘土、第四系全新统冲洪积粉质粘土、粘土及下伏燕山期闪长岩、辉长岩等构成，其中济南市第四系最大地层厚度可达到 7.5m。山东省济南市目前在建的地铁线路涉及地层主要包括全风化、强风化、中风化及微风化闪长岩。岩石强度高，硬岩岩石强度平均可达 134MPa，最高 264MPa。短距离内地层变化剧烈，软硬不均、孤石群、全断面硬岩含裂隙、孤石群伴空洞地层交替出现，施工过程中地层振动现象明显，周边建筑及居民正常生活极易受到影响。

盾构机在硬岩中施工时，引起的振动会干扰周边建筑及人群，同时对于部分特殊作用的建筑，例如医院、储存精密仪器的仓库及工厂，产生的振动可能会造成危害。本标准针对城市轨道交通在开展盾构施工过程中产生的环境振动监测方法及指标进行明确。能够为这一类施工振动监测及控制提供重要的操作参考，同时也能够为保护相关的敏感建筑提供标准依据。

三、标准编制原则、主要技术内容及依据

（一）标准的编制原则

本标准在编制过程中以现行国家标准及规范为依据，参考部分类似国际标准，并对济南、青岛等地的地铁施工项目进行了广泛调研。按照合法合规、科学严谨、先进适用、协调统一的原则制定本标准，使标准具有可靠的操作性、规范性。本标准的具体编制原则如下：

(1) 合法合规：本标准的编制遵守国家相关法律法规和行业监管要求，确保标准的内容、制定程序、实施要求等均符合法定条件和社会公共利益。

(2) 科学严谨：本标准的制定以科学研究和实践经验为依据，依托中国铁建股份有限公司 2022 年度科技研究开发计划及资助项目 (2022-C1) 课题，开展了相关的大量理论分析以及配套的室内试验，同时在济南地铁 4 号线开展了长期现场监测，以确保标准内容具有充分的科学根据与数据支撑。

(3) 先进适用：本标准尽可能体现当前技术发展的先进水平，以促进行业技术进步。同时考虑了行业实际条件和技术普及情况，避免过度超前，使标准具有可操作性和适用性，易于在生产与实践中推广应用。

(4) 协调统一：本标准的编制与相关的国际、国家、行业及其他地方标准相协调，注重标准之间的有关施工振动的监测指标以及评价标准配套与衔接，使整套标准在城市环境中施工振动的监测、记录、评估等方面形成有机统一的体系。

(二) 标准编写的主要依据

1. 根据环境部 2018 年颁布的《城市轨道交通环境振动与噪声控制工程技术规范》等多项标准规范。同时为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境噪声污染防治法》等法律法规，防治环境污染，改善环境质量，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，制定本标准。

2. 根据《山东省市场监督管理局关于征集 2024 年度标准化创新发展项目的通知》鲁市监便函〔2023〕116 号文件。为深入贯彻党的二十大精神，落实《国家标准化发展纲要》《关于贯彻〈国家标准化发展纲要〉推进标准化创新发展的实施意见》等要求，充分发挥标准的支撑引领作用。落实省委、省政府重大战略部署，聚焦国家标准化创新发展试点建设任务，围绕科技创新标准化先行区等主题，在现代产业、绿色低碳等领域，谋划实施一批标准化创新发展项目，推动全省标准化创新发展走深走实。因此针对城市地铁盾构施工引起的附加环境振动进行标准化地监测控制符合通知战略布局。

3. 国家及行业现行的有关标准、规范，如《城市区域环境振动标准》（GB 10070—1988）、《铁路环境振动测量》（TB/T 3152—2007）、《环境振动监测技术规范》（HJ 918—2017）等。

4. 依托工程及科研项目的科研成果及工程经验。

科研成果：《地铁盾构施工振动诱发邻近单桩动力响应分析》、《一种模拟盾构机掘进施工的实验装置》、《基于 Pasternak 剪切层理论分析隧道侧穿诱发的单桩水平位移》。

工程实践经验：济南地铁 4 号线一期工程第 6 工区及第 7 工区盾构施工，其中第 7 工区下穿燕山立交桥多根桩基；青岛地铁 8 号线支线大涧站至胶州火车站长距离硬岩地层中的盾构施工。

5. 硬岩地层中盾构施工的相关设计文件：济南地铁 4 号线 6 工区及 7 工区千佛山站-山大路南站-燕山立交桥西站-浆水泉路站-洪山路站区间路线设计施工图；济南地铁 4 号线 6 工区及 7 工期地质勘测报

告；济南地铁 4 号线浆水泉站-洪山路站振动监测报告；济南地铁 4 号线山大路南站-燕山立交桥西站振动监测报告；济南地铁 4 号线千佛山站-山大路南站振动监测报告。

（三）主要技术内容

1. 标准结构

本标准总共分为 6 章：

- 1 范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
- 4 盾构施工振动监测程序的构成
- 5 盾构施工振动监测
- 6 追溯方法

2. 标准范围说明

本文件规定了山东省内地铁隧道在城区开展盾构施工时产生的环境振动监测原则、方法及要求。

本文件适用于山东省内指导地铁隧道盾构施工时，周边敏感建筑的振动监测振动环境评价等环境保护工作。采用其他隧道施工方法的隧道工程项目产生的振动监测评价可参照执行。

3. 标准主要内容说明

（1）规范性引用文件

本文件引用了 9 个标准文件，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 10070—1988 城市区域环境振动标准

GB/T 23716—2009 人体对振动的响应 测量仪器

GB/T 50452—2008 古建筑防工业振动技术规范

TB/T 3152—2007 铁路环境振动测量

HJ 918—2017 环境振动监测技术规范

JJG 843 泄漏电流测试仪检定规程

LY/T 3218—2020 木结构楼板振动性能测试方法

GBT50833-2012 城市轨道交通工程基本术语标准

DIN 4150-2 – 1999 Vibrations in buildings – Part 2: Effects on persons in buildings

（2）术语和定义

本标准共给出了城市轨道交通盾构施工振动监测涉及的地铁、背景振动、振动加速度级、铅锤向 Z 振级、等效连续 Z 振级、累计百分 Z 振级、质点振动加速度、振动频率、速度时程、环境振动、采样频率、评价、相干函数、阻尼、固有频率、阻尼比、振动加速度、最大间歇振动值、敏感点、敏感区等 20 项术语和定义。

（3）盾构施工振动监测程序的构成

本章主要针对盾构施工振动的程序进行了划分，将其分解为 7 项工作。后续章节的具体措施规定则分别针对这 7 项工作逐一进行说明。

（4）盾构施工振动监测

5.1 条：针对监测人员的资格要求进行了明确，要求开展振动监测的工作人员应当具备相关的技能及专业背景，并接受过相关的监测培训。了解振动监测仪器的操作方法及测量原理，并具备一定的实践经验，能够熟练操作振动监测仪器进行现场测量。

5.2 条：本条针对监测项目的通用要求进行了说明，同时针对盾构施工振动、施工背景振动、冲击背景振动、交通背景振动分别应当采用的监测项目进行了说明。

5.3 条：针对盾构施工振动所用的设备进行了说明，分别明确了常用的振动监测设备构成、以及振动传感器、滤波器、数据采集装置的规格要求。

5.4 条：针对监测方案的制定进行了说明，并分别明确了测量位置以及监测时间的具体要求。

5.5 条：本条针对监测点的安装方式以及振动传感器的设置方式进行了明确。

5.6 条：本条针对监测数据的记录、处理以及分析进行了明确，分别说明了数据处理应当参照的标准，振动数据评价常用的指标以及振动分析的方法。

（5）追溯方法

6.1 条：本条针对盾构施工振动监测过程中需要直接记录的数据类型以及信息进行了明确，并同时对于初始数据的记录以及处理方式提供了说明。

6.2 条：本条针对盾构施工振动监测报告的形式进行了规定，盾

构施工振动测量报告为了符合管理要求可分为简要报告以及详细报告。

四、与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系

本标准编写符合 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。

本标准在编制过程中充分考虑了与现行国家标准、行业标准的协调一致性，对已有标准中适用于环境振动监测的内容进行了引用和整合。对于现行标准中未涵盖或不适用的内容，结合盾构施工振动监测的特点和需求进行了补充和完善，确保标准的完整性和实用性。

本文件符合现行法律法规、政策文件的要求。

目前有关环境振动的标准规范均是从振源的监测，振动的传播阻断及控制以及受振体的接受等三个方面提供了参考引用条文。

其中有关轨道交通工程引发振动颁布的标准大多是针对运营阶段的振动提出建议。《地铁噪声与振动控制规范》(DB11/T 838-2019)以及《铁路环境振动测量》(TB/T 3152-2007)、《地铁正线周边建设敏感建筑物项目环境振动控制规范》(DB11/T 1735-2020)等，其中的条文均是针对铁路及地铁运行过程中产生的振动提出。

部分标准针对其他工程项目的施工过程中产生的振动进行了相关规定，例如早期的《爆破安全规程》(GB 6722-2014)。

部分标准在宏观上针对环境振动进行了相关规定，例如《振动环境质量标准》、《环境振动监测技术规范》(HJ 918-2017)以及《环境

噪声与振动控制工程技术导则》(HJ 2034-2013), 但这些标准中所定义的振动可能来自于各种类型的振源, 因此这些振动的频段及振幅、振级差别较大, 这些标准的目的也主要以提升人群的感受为主。例如《卧姿人体全身振动舒适性的评价》(GB/T 18368-2001)、《人体全身振动环境的测量规范》(GB/T 13441-92) 以及《人体对振动的响应 测量仪器》(GB/T 23716-2009)。因此, 其中的措施、指标以及评价标准对于盾构施工这一类建设工程施工阶段产生的振动监控难以指导。

目前除了对振源的监控各地已经颁布了一些相关标准规范之外, 对于受振体的监控及加固, 也有一些可以参考的标准。例如《古建筑防工业振动技术规范》(GB/T 50452-2008) 以及《木结构楼板振动性能测试方法》(LY/T 3218-2020)。这些规范当中明确了部分特殊建筑以及敏感建筑的抗振等级以及监测要求, 也为制定本标准提供了部分参考。

本标准主要针对隧道盾构施工过程中产生的环境振动的监测、分析等进行规定, 以便于对邻近的建筑以及人群保护提供数据参考。

五、重大分歧意见的处理结果及理由

本标准无重大分歧意见。

六、对地方标准自发布日期至实施日期之间的过渡期（以下简称“过渡期”）的建议及理由

建议过渡期是 6 个月。

各类企事业单位是标准实施的主体，为确保其准确理解、掌握和执行标准，标准发布后将向标准实施主体进行推广和宣贯，推动标准的落地实施。预计此项工作需要 6 个月的时间。

七、实施标准的经济、社会效益

（一）经济效益

地铁作为目前发达城市缓解地面交通拥堵的常用方法，已经在国内大多数城市广泛兴建。对于硬岩地层，盾构施工过程中，由于刀盘的切削以及盾构机电机及主轴的转动，往往容易产生明显的振动。当地铁线路直接下穿或侧穿建筑物时，产生的地层振动可能会引发邻近建筑物的伴随振动，严重时甚至导致共振，并对建筑物产生损坏。盾构施工振动还可能导致线路附近部分人群的心理不适，影响正常工作休息，因此导致周边人群的抗议。对于部分特殊建筑，例如博物馆、医院、科研院所、艺术馆或古文化建筑等，盾构施工产生的振动可能会对这些建筑物本身或其中的部分展品产生损坏。

为了避免盾构施工对周边人群以及邻近的建筑物产生振动影响，往往在盾构机到达之前需要花费大量的时间提前宣传，同时对于部分

建筑物还需要提前做好加固，甚至在一些地质条件不良的区域还需要进行人群的疏散，建筑物的拆迁，这些措施都会进一步增大施工成本。但实际上盾构机掘进过程中产生的振动附加荷载对于建筑物的影响强弱，随着地层差异，盾构机与建筑之间的距离，施工参数，建筑物的基础形式以及背景振动等因素的变化而改变。部分情况下盾构机产生的振动并不会对建筑物产生过大的损坏，此时若盲目加固则会浪费大量的成本。因此本标准的制定能够为解决这些问题提供具体的数据支持和控制依据。通过参照本标准进行振动监测，并进行对应的动力分析之后，得到的结论能够为线路附近的建筑保护及加固决策提供方向上的指导。

（二）社会效益

新建地铁线路通过学校、医院、养老院等区域时，难免造成这些区域的使用人群出现心理紧张焦虑等不良情绪。当线路通过一些老旧居民区时，产生的振动也会导致该区域的人群产生恐慌以及担忧。因此本标准的实施能够帮助施工单位采集充足有效的监测数据，进行系统的振动分析，出具详实的监测报告，从而在向线路周边人群宣传解释时有据可依。同时本标准的实施，也能够为施工单位进行盾构施工过程中的振动控制提供思路及依据。从而保证盾构施工本身的安全，同时保证周边建筑及人群的安全稳定。

当地铁线路通过运河、河流等区域时，盾构施工产生的振动波可能会造成河流中的动物恐慌，部分低频振动甚至会影响一些生物的正

常行为。伴随振动产生的噪音以及次声波还会对线路周边的部分生物产生不良影响。因此本标准的实施对于盾构施工产生的振动振源进行了划分，对振动的监测控制提出了要求以及建议。施工单位若按照本标准实施，能够充分掌握盾构机产生的振动情况，做好事前控制，避免振动及噪音的不良影响。

提出部门：山东省交通运输厅

（盖章）

2024年12月