

陕西省地方标准

《公路长大隧道结构监测技术规程》

（征求意见稿）编制说明

起草单位：中交第一公路勘察设计研究院有限公司
中交瑞通路桥养护科技有限公司
陕西交通控股集团有限公司榆吴分公司

《公路长大隧道结构监测技术规程》（征求意见稿）

编制说明

一、工作概况

（一）任务来源

由中交第一公路勘察设计研究院有限公司主导申报并获批立项 2024 年度陕西省地方标准制修订项目-《公路长大隧道结构监测技术规程》（项目编号：SDBXM 085- 2024）。按照陕西省市场监督管理局《关于下达 2024 年第二批地方标准制修订计划的函》（陕市监函〔2024〕590 号）文件的要求，由起草单位基于隧道养护实践和技术研究成果编制了本标准。

（二）目的意义

隧道作为交通运输网络中重要的组成部分，担负联通不同区域的重要使命。对我省经济发展、促进资源分配、巩固脱贫成果、全面振兴乡村具有重要作用。近年来，伴随着新型基础设施建设的深入推进，高速公路隧道数量增多，新基建产业方兴未艾。2019 年颁布的《交通强国建设纲要》和 2020 年颁布的《国家综合立体交通网规划纲要》中指出，铁路、公路等隧道建设及运营已成为我国交通强国建设、现代化高质量国家综合立体交通网的重要组成部分。截止目前，我省隧道共 1812 道，总长约 1670.4 公里，其中特长隧道 104 道、长隧道 383 道、中隧道 331 道、短隧道 994 道。

具有“深埋、长、大”特点的隧道在我省数量较多，地址条件复杂。然而传统的隧道管养往往以短周期的合同和指标作为其管理目标，过度重视短期效益，忽视长期规划和养护维修延续性，不仅降低了养护效率，而且影响了隧道的使用寿命。隧道工程结构一旦发生事故容易造成财产损失和人员伤亡。

随着物联网、大数据等新技术的发展，运用隧道自动化、智能化监控量测技术能够快速、及时、准确掌握隧道变形情况，及时预测和防止灾害发生，在减轻和降低隧道风险方面发挥了重要作用。

然而，目前国内公路行业执行的《公路隧道设计规范》《公路隧道设计细则》《公路隧道施工技术规范》《公路隧道养护技术规范》等均缺乏对隧道监测的具

体技术细节要求和新时代新技术应用背景下自动化监控量测技术的相关标准。为了更好地满足服务要求，建设科学高效的长寿命隧道运营体系，优化创新运维管理模式，有必要对隧道进行长期监测，从技术层面为基础设施运营管理的政策制定提供科学依据和指导。

基于上述背景，亟需总结陕西省公路隧道监测技术的实践经验，对现有国家标准和行业标准进行细化和补充，形成适合陕西省隧道监测的相关技术标准。

本标准编制的必要性主要体现在以下三点：

1) 制订公路长大隧道结构监测技术规程是提升隧道养护技术水平的需要

《交通强国建设纲要》提出了“数据资源赋能交通发展”、“加强基础设施运行监测检测”、“全面提升基础设施智能化水平”等要求。

交通运输部《公路长大桥隧养护管理和安全运行若干规定》（2018年3月）第二十五、第二十六条规定：“长大桥隧经营管理单位应逐步建立长大桥隧结构监测体系，设置专人或委托专业机构对桥隧的结构状态和各类外部荷载作用下的响应情况进行监测，及时掌握长大桥隧的结构运行状况。长大桥隧经营管理单位应当根据结构监测情况，定期将监测结果与检查结果进行比对和分析，提出监测评估报告，不断完善评估制度”。

2023年11月9日，交通运输部公路局印发了《进一步推进公路桥梁隧道结构监测工作实施方案（2024~2030年）（征求意见稿）》，明确要求要动态掌握桥梁隧道结构运行状况，建立健全桥梁隧道结构监测长效运行机制和安全风险防控体系，公路桥梁隧道运行安全水平明显提升。到2025年底，开展长大隧道结构监测系统试点建设，到2030年底，国家公路长大隧道结构监测体系全面建立。

2021年11月16日印发的《陕西省“十四五”综合交通运输发展规划》中，强调，要强化科技智慧新引领，推动新型基础设施建设，开展“提升高速公路建设运营智能化水平”等交通强国建设试点，实现智慧公路、智慧枢纽、交通信息基础设施、交通创新基础设施建设行动。加强公路长大桥隧、高边坡智能检测预警、动态巡查和运营状态实时管控。建设秦岭隧道安全防控体系。打造基于结构安全和使用寿命评估的主动防控系统，推动隧道运营安全管理与智慧感知技术深度交叉融合。

《公路隧道养护技术规范》（JTG H12-2015）规定：对严重不良地质路段、重大结构病害或隐患处，宜开展运营期长期监测。

已处于运营期的隧道，由于早期施工技术不成熟导致的设计缺陷、施工方法的不规范、地震和漏水锈蚀等问题产生了多种病害。如注浆不密实导致的空洞、

衬砌结构变形、衬砌裂损、衬砌腐蚀、渗漏涌水、排水堵塞等问题普遍存在，这些问题已经引起了相关部门的高度重视。因此，对隧道衬砌结构的相关参数、健康状况及隧道周边的环境自动化监测显得尤为重要。此外，在某些地质条件下，人工监测可能受到地下水、有毒气体等因素的影响，导致监测数据的不准确或监测人员的健康受到威胁。因此，为了确保数据的准确性和监测人员的安全，监测系统必须具备高度的自动化功能。这不仅可以降低人工成本，还可以提高工作效率和准确度。

2) 制订公路长大隧道结构监测技术规程是保障隧道结构监测系统正常运行的关键

随着隧道养护工程需求和科技的发展，隧道监测技术手段也在日新月异地发生变化。这些先进的监测技术具有监测精度高、自动化程度高、易实现在线监测实时反馈等特点。结合近年来物联网技术的飞速发展，相较于传统的监测方式，该技术在健康评估、信息传输、成本花费、设备布置等方面具有显著优势。这些新技术为隧道监测奠定了良好的基础。然而隧道结构监测系统涉及了传感技术、数据处理、模式识别、网络通信、界面设计等多个领域。

针对我省长大隧道运营环境及地址结构的特点，常规监测系统使用的传感器、采集设备、监测方式等在我省的适用性存在一定局限性，其数据敏感性、设备的耐久性等技术指标以及监测系统的组网方式等均需要进行专项研究，以确保监测设备满足长大隧道中的正常使用。

3) 制订公路长大隧道结构监测技术规程是提升公路隧道科学管养水平的重要手段

隧道结构监测通过结合自动化监测技术及相应结构安全评估技术，能够全天候实时监测隧道运营环境和安全状态等关键参数，获取传统人工巡检和定期检查难以获取的隧道结构状态等信息，进而及时发现影响隧道结构和运营安全的异常因素，及时发出预警，触发应急响应预案，避免重大人身财产损失。

对监测数据的分析，有助于进一步提高对隧道力学行为规律的认识，从而为隧道结构运营期内的科学化、信息化管养提供技术支撑，提高隧道管养工作效率以及应急处突能力，最终保障隧道结构在整个设计使用寿命期内的安全可靠运营，并将维护管理成本控制在相对较低的水平。

从我省及国内行业发展政策要求上，要求开展公路隧道结构监测系统建设、各省建立各自的监测平台，便于与部里平台数据对接，同时随着十四五期间智慧交通的发展，未来将会有越来越多基础设施监测需求，但如何规划建设和验收尚

无标准、指南可依，迫切需求总结建立公路基础设施监测与预警标准体系。从实际工程需求与应用上，存在监测与预警标准不一、规模确定标准不一、数据格式及应用标准不一、信息孤岛、难以进行数据融合分析等问题，亟需建立相应的标准。

本标准内容符合陕西省市场监督管理局关于印发《2024 年省级地方标准申报指南》的通知中的重点支持项目社会事业领域的交通运输，是陕西省交通运输领域重点工作任务的一部分，通过制定该标准可以规范公路隧道监测系统设计、实施、验收、运维、数据分析与应用等阶段的技术要求，实现交通与信息技术的融合发展，加强在役公路隧道的安全监测力度，切实解决本省隧道监测中监测装备的稳定性与适应性、数据网络传输的可靠性与准确性、隧道运营状态评估的实用性与科学性等重难点问题，有利于推动自动化监测新方法、新技术在我国公路隧道工程领域的技术应用，有助于提升陕西省隧道服役性能，保障隧道结构安全，为交通管理部门开展隧道监管、养护、决策提供数据支撑和科学依据，具有良好的经济效益和社会效益。

（三）主导单位及参与单位

主导单位：中交第一公路勘察设计研究院有限公司

参与单位：中交瑞通路桥养护科技有限公司

陕西交通控股集团有限公司榆吴分公司

（四）主要工作过程

（1）编制大纲阶段（2024 年 10 月~2024 年 11 月）

经过必要的准备工作，成立了《公路长大隧道结构监测技术规程》标准工作组，负责组织、协调和推进标准的起草工作。工作组成员包括中交第一公路勘察设计研究院有限公司、中交瑞通路桥养护科技有限公司以及陕西交通控股集团有限公司榆吴分公司研究技术人员，确保标准编制工作的专业性、科学性和规范性。

工作组成立后迅速拟定工作计划和方案，明确分工，通过调研省内外典型隧道案例，分析病害类型及监测难点，结合陕西省在役公路隧道，分析确定标准化对象、标准名称、标准的具体内容，收集整理相关工作资料、政策文件、标准规范、报告数据等信息，充分研究分析资料信息，初步确定标准的框架、内容等，形成相应的《编制大纲》。

（2）调研起草阶段（2024 年 12 月~2025 年 04 月）

对陕西省隧道管理机构、隧道养护管理单位、设备厂商、典型项目进行全面调研，调查采取函调与现场调研相结合的方式进行。根据调研结果，分析陕西省在役公路隧道结构监测的特点和需求，确定陕西省在役公路隧道监测方案编写、监测系统建设各阶段关键技术、系统维护与应用等相关要求，同时对国内同类标准及资料进行了收集、整理、对比分析，形成《公路长大隧道结构监测技术规程》标准草案。

（3）征求意见稿阶段（2025 年 05 月~2025 年 06 月）

针对草案中的难点、关键点经过反复讨论、修改论证并确定内容，多次召开起草工作小组成员讨论会，对标准的初稿进行商讨，就基本框架、主要内容等提出了众多合理、科学的修改意见，根据会议讨论的结果，编制小组对标准文本进行修改完善，形成了征求意见稿。

二、标准编制原则和标准主要内容

（一）编制原则

标准编制遵循“科学性、适用性、规范性”的原则。

1、科学性：

标准规范的编制的过程中，各项内容、程序应符合相关法律、法规，以及国家标准和相关行业标准，各项指标参数的确定皆有相应的科学依据作为支撑。

2、适用性：

充分考虑陕西省在役公路隧道的地质特点，细化监测要求，制定切实可行的技术规范。

3、规范性：

依据《中华人民共和国标准法》和《地方标准管理办法》的规定进行编制，标准格式和结构语句依据《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》（GB/T 1.1-2020）进行编排。

（二）主要依据

GB/T 22239 信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T 22240 信息安全技术网络安全等级保护定级指南

GB 50311 综合布线系统工程设计规范

GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB/T 8567 计算机软件编制规范

GB 50218 工程岩体分级标准

GB/T 50138 水位观测标准

JTG H12 公路隧道养护技术规范

JTG 3370.1 公路隧道设计规范第一册土建工程

JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范

JT/T 132 公路数据库编目编码规则

T/CHTS 10021 在役公路隧道长期监测技术指南

T/CECS 765 结构健康监测系統施工及验收标准

T/CECS 652 结构健康监测系統运行维护与管理标准

T/GDHS 014 公路隧道交通事件视频检测系統测试规范

（三）主要内容

1、范围

本文件规定了在役公路隧道结构自动化监测基本规定、监测内容与测点布设、监测方法和技术要求、监测系统、数据管理与应用等技术要求。

本文件适用于陕西省内在役公路隧道结构自动化监测的系统设计、实施、试运行、验收、运维、数据管理与应用，其他类型隧道及在建隧道可参照使用。

2、规范性引用文件

列出本标准引用的 15 个规范性文件，涵盖信息安全、布线、防雷、水位观测、隧道养护设计、监测系统等，作为技术依据。

3、术语和定义

列出本标准核心的术语和定义，包括“隧道结构监测”“监测等级”“报警阈值”等关键概念。

4、基本规定

对在役公路隧道的监测对象选取、监测等级划分、监测项目、监测方法以及监测系统等进行总体规定。

5、监测项目与测点布设

根据监测等级、特殊地质地段、周边活动类型确定监测项目，并从变形监测、受力监测、病害特征监测和环境监测角度给出每类测点布设应满足的要求。

6、监测方法和技术要求

根据监测项目，给出相应的监测方法、监测设备、监测精度和监测频率要求。

7、监测系统

对隧道监测系统设计、实施、试运行、验收和运维 5 阶段的工作内容给出具体要求。

8、数据管理与应用

给出隧道监测系统数据存储、数据交互、数据安全、数据分析等管理以及监测预警、检查指引、健康度评定、应急响应和监测报告等数据应用要求。

附录 A

给出净空收敛、拱顶下沉等监测点布设示意图。

附录 B

给出监测断面及测点编号规则。

附录 C

给出监测设备材料验收、软硬件安装、测试、维护等数据记录模板。

三、知识产品说明

无。

四、采标情况

无。

五、重大意见分歧的处理

无。

六、标准性质的建议说明

建议审批发布为推荐性地方标准。

七、其他应予说明的事项

虽然在标准的起草中，工作小组进行了大量调研及验证工作，尽可能使标准科学合理，但由于工作的局限性难免有疏忽之处，请各单位在执行过程中如发现需要修改和补充之处，将意见和有关资料及时反馈给我们，以供修订时参考。