

《钻爆法隧道智能建造 安全监测及风险预警管控  
系统技术规范》（征求意见稿）编制说明

《钻爆法隧道智能建造 安全监测及风险预警管控  
系统技术规范》起草工作组  
二〇二四年八月

# 《钻爆法隧道智能建造 安全监测及风险预警管控系统技术规范》编制说明

## （征求意见稿）

### 一、工作简况

#### 1. 任务来源

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。由中建铁路投资建设集团有限公司提出。由中国科技产业化促进会归口。起草单位包含中建铁路投资建设集团有限公司、中建工程产业技术研究院有限公司、山东大学、华中科技大学。

#### 2. 制定背景

习近平总书记强调，“基础设施是经济社会发展的重要支撑，要统筹发展和安全，优化基础设施布局、结构、功能和发展模式，构建现代化基础设施体系，为全面建设社会主义现代化国家打下坚实基础”。

进入 21 世纪，国内轨道交通设施逐步由东部地区向西部偏远地区深耕发展，但西部地区常常受到印度板块与欧亚大陆板块的碰撞挤压，该地区与青藏高原发生隆升，造成发育陆内褶皱造山带，山岭隧道施工过程中往往伴随瓦斯、断裂带、岩溶、岩爆、采空区等诸多不良地质条件，施工风险极大。

通过大量的网络报道和文献调研，据不完全统计，2005-2019 年共 109 个隧道发生施工安全事故，死亡人数 338 人，受伤人数 147 人。矿山法隧道施工过程中易发生坍塌、瓦斯、突涌水（泥）等风险事故，造成人员财产损失。传统的隧道施工主要依据二维平面的超前地质预报、施工监测数据等信息，结合实际开挖过程中的地质描述，在现场及时作出决策，改变施工方法，以适应地质条件的变化，且项目安全管理系统繁多，导致管理絮乱、滞后、分散。一种三维、集成、可视且具备不同场景化的施工技术成为了隧道施工安全管理一种需求。传统的三维模型大多是一种“体块”模型、空壳子，既不能满足对建筑信息的查询，也不能满足对三维空间的参数分析，只能完成展示，而真实隧道建设几何语义极其丰富。

隧道施工过程中存在“生产数据冗杂”、“信息孤岛”、“电话调度”等一系列问题，基于 BIM+GIS 技术，针对复杂艰险的山岭矿山法隧道，探索新一代信息技术在工程领域中的应用，并根据项目特点，充分进行动态管理监控、环境感知、操作工艺管理，形成钻爆法隧道智能建造安全数字化预警平台技术，辅助项目安全管理。

项目安全管理的本质是对施工过程中的数据进行分析与决策，研究物联网技术在隧道施工过程中的应用，承担底层数据感知、采集、传递和监控的功能，BIM+GIS 技术在项目场景管理中发挥上层数据集成、交互、展示和管理状态呈现的作用。两者结合，实现隧道施工过程中的“数据闭流环”，是对安全管理的推动和促进。具体表现为以下方面：

1. 通过 BIM+GIS 建模平台，提供项目选线、定位能力，赋予相应地质信息，真实反应项目生产环境。
2. 支持隧道施工过程中三维可视化生产环境模拟，反应各生产要素和周边环境影响因素。
3. 为一线施工安全提供真实数据，通过加装感知检测设备，真实采集，形成开源数据，提供后台决策及运维服务。

### **3. 主要工作过程**

#### **1) 起草阶段**

2023 年 8 月 5 日，由中国科技产业化促进会组织，召开了《钻爆法隧道智能建造 安全监测及风险预警管控系统技术规范》立项评估会，确认该项标准立项。随后，由中建铁路投资建设集团有限公司、中建工程产业技术研究院有限公司、山东大学、华中科技大学等单位成立了标准起草工作组，并进一步开展了技术调研工作，参考了国内外标准及相关安全技术规范资料。起草工作组在充分调研和参考国内外标准基础上，对团体标准《架桥机通用技术条件》（草案）进行了修改和完善，完成团体标准《钻爆法隧道智能建造 安全监测及风险预警管控系统技术规范》（初稿）及编制说明的编写工作，并提交中国科技产业化促进会审核。

#### **4. 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等**

本标准由中建铁路投资建设集团有限公司、中建工程产业技术研究院有限公司、山东大学、华中科技大学等单位共同负责起草。

## 二、标准的编制原则和主要内容

### 1. 编制原则

在编制过程中，本着以下原则对标准进行了起草：

——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》给出的规则进行修订。标准修订工作遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出”的原则，本标准修订与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合，统筹推进。在确定本标准主要技术性能指标时，综合考虑生产企业的能力和用户的利益，寻求最大的经济、社会效益，充分体现了标准在技术上的先进性和经济上的合理性。

——广泛征求生产企业、检验机构以及用户等单位的意见和建议，在协商一致的基础上，结合我国多年来的生产实践经验以及理论研究，本着科学、严谨的态度修订标准。

——在内容表达科学、准确的同时，力求语言简练，通俗易懂。

### 2. 标准主要内容

(1) 定义了安全数字化预警管控平台技术的适用范围、服务对象、结构体系等；

(2) 明确了人机料安全监测、全环境安全感知及实时监控量测的具体监测对象、监测方法、监测标准等；

(3) 明确了系统建设所需 BIM、GIS 模型搭建及融合要求，多元异构数据标准及融合要求，施工模型动态更新要求等；

(4) 明确了安全风险管控的分级标准、预警方式、预警对象以及管控措施等相关要求；

(5) 明确了安全数据的集成方法及集成运用要求。

### 3. 标准主要内容说明

#### 3.1 总体情况

本文件是在系统分析钻爆法隧道工程施工安全管理现状、全面总结“隧道智能建造物联交互系统”安全监测及风险预警板块建设经验的基础上编制而成的。系为指导钻爆

法隧道智能建造中安全监测及风险预警管控系统的建设，统一安全监测对象、监测方法、监测标准、风险预警与管控、数字化系统建设等技术要求。本文件从人机料动态安全监测、全环境安全感知、实时监控量测、风险管控、系统平台建设、安全数据集成应用等方面规定了监测对象、监测方法、监测方式、风险管控、系统建设等关键技术与指标。

## **3.2 具体内容说明**

### **3.2.1 范围（见标准第1章）**

本文件适用于采用钻爆法施工的公路、市政、铁路等隧道工程。可为建设安全监测及风险预警管控系统提供指导和参考。

### **3.2.2 规范性引用文件（见标准第2章）**

列出了引用规范的名称。

### **3.2.3 术语与定义（见标准第3章）**

列出了本文主要应用的专业术语及解释，并对所用的缩略语进行了解释。

### **3.2.4 基本规定（见标准第4章）**

列出了本文主要应用的专业术语及解释，并对所用的缩略语进行了解释。

### **3.2.5 人机料动态监测（见标准第5章）**

详细阐述了人员安全行为、设备安全状态、物料安全转换等数据的动态监测仪器、监测部位、监测标准、数据运用等内容。

### **3.2.6 全环境安全感知（见标准第6章）**

详细阐述了空气安全质量、有毒有害气体、温湿度、风速、地质环境、污水等环境的监测仪器、监测位置、监测标准、数据运用等内容。

### **3.2.7 施工实时安全监测（见标准第7章）**

详细阐述了洞口施工、洞身开挖、初期支护、仰拱填充、二次衬砌重点的监测仪器、监测位置、监测标准、数据运用等内容。

### **3.2.8 安全风险管控（见标准第8章）**

针对上述监测可能出现的风险，阐述安全风险预警方式、设备、预警对象、分级预警等内容。

### 3.2.9 系统平台建设（见标准第9章）

阐述了平台总体架构、分层功能要求、数字模型的范围、建模标准及融合方式，多元异构数据的物联方式、模型的动态修正、网络建设、硬件建设等要求。

### 3.2.10 安全数据集成应用（见标准第10章）

详细阐述了人机料动态数据、环境感知数据、监控量测数据、安全控制数据的集成归类方法及应用方式。

## 4. 解决的问题

本技术用于解决隧道施工过程中存在的“生产数据冗杂”、“信息孤岛”、“电话调度”等一系列问题，通过前端自动感知与后端智能控制，实现了隧道内人机料法环测全数据的实时监控、预警与控制。

## 三、主要试验（或验证）情况及预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

该系统实现了对人、机、料、法、环、测等全施工数据的自动化监测与采集、网络实时传输至云台中端进行分析处理，自动判识阈值，多渠道分级预警。自投入实际应用以来，收到了广泛好评。显著增强了隧道施工的安全管理水平，更促进了整个企业在建项目的安全生产标准全面提升。

## 四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

标准编制过程中，没有查询到相同的国际标准、国外先进标准。

本标准技术水平达到国际先进水平。

## 五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

本标准自主编制标准，没有采标。

## 六、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行相关法律、法规、规章等相关标准协调一致。

## 七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

## 八、标准中涉及专利的情况

本标准涉及专利均为中建铁路投资建设集团有限公司自有专利。

## 九、标准的贯彻与实施意见与建议

建议本标准发布 6 个月后实施。

## 十、其他应予说明的事项

无。

标准起草工作组

2024年7月15日