

# 《金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术规范》编制说明

## 一、工作简况

### 1. 任务来源

本标准由中国科学院武汉岩土力学研究所提出，任务来源于武钢资源集团程潮矿业有限公司、鞍山五矿陈台沟矿业有限公司、鲁中矿业有限公司等矿山企业在绿色矿山建设推进过程中开展的地下开采岩层与地表移动变形防控工程实践。针对地下开采诱发岩层与地表移动变形防控的迫切需求，结合行业标准化建设要求，本技术规范被列入 2025 年中关村绿色矿山产业联盟团体标准实施计划。中关村绿色矿山产业联盟于 2025 年 9 月下达《金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术规范》团体标准制定任务（项目批准号：GRMP-2025-81）。本规范的制定将填补国内本领域技术标准空白，为行业提供统一的金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术依据，对保障金属矿山安全高效开采、推动金属矿业绿色转型升级具有重要的工程应用价值和战略意义。

### 2. 起草单位、参编单位

本文件起草单位：中国科学院武汉岩土力学研究所

参加编写单位：中国科学院武汉岩土力学研究所、河南大学、贵州大学、中南大学、武汉大学、香港理工大学、武钢资源集团程潮矿业有限公司、深圳飞马机器人股份有限公司、武汉科技大学、中石化石油工程技术研究院有限公司、鞍山五矿陈台沟矿业有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、鲁中矿业有限公司。

### 3. 主要起草人

夏开宗、张伟、杨括宇、王田龙、杜坤、潘玉丛、沈明轩、庞汉松、肖波、郑先伟、梁万、赵国良、马红军、彭胜、缪秀秀、周志伟、郝风才、宋许根、唐方元、赵双。

## 二、制定标准的必要性和意义

本标准通过规范金属矿山开采引发的岩层与地表移动变形监测工作流程和技术要求，引导矿山企业采用科学手段开展监测与风险管控，在保障安全生产、保护生态环境和提升资源开发效率等方面具有重要意义，其必要性和意义主要体现在以下几个方面：

### （1）提升监测水平，强化风险识别

当前，金属矿山岩层与地表移动变形监测仍普遍存在方法单一、精度不足、效率偏低等问题，特别是地表塌陷区连续监测能力薄弱，难以及时实现采动风险的早期识别与预警。通过制定本团体标准，系统集成 InSAR 遥感、激光雷达扫描和无人机倾斜摄影等先进监测技术，规范监测布设、数据处理和成果应用，可显著提升金属矿山岩层与地表移动变形灾害风险识别的准确性和可靠性，为地表塌陷等重大灾害的预防与风险管控提供技术支撑。

## **(2) 科学圈定范围，保障安全与民生**

目前金属矿山设计中，地表移动范围的圈定往往小于采矿实际影响范围，导致矿山建设规划不合理，地表征地和居民搬迁范围偏小，易引发地表建（构）筑物提前开裂及相关次生灾害。通过制定本团体标准，构建规范化的监测技术体系，利用监测成果科学确定地表移动范围，合理确定征地与搬迁范围，有效保护地表建（构）筑物和基础设施，维护矿山安全生产、人民生命财产安全及周边生态环境。

## **(3) 指导科学开采，优化资源利用**

通过持续、系统的岩层与地表移动变形监测，为矿柱留设、采场结构参数优化以及回采顺序设计等提供可靠的数据支撑，推动由经验型设计向数据驱动、科学化设计转变，促进开采过程的实时评估与动态优化，为绿色开采和高质量发展提供技术保障。在此基础上，在确保安全前提下提高资源回收率，延长矿山服务年限，实现资源高效利用与经济效益的统一。

## **(4) 履行法律责任，支撑规范管理**

通过建立统一的监测技术标准体系，满足国家有关安全生产、生态环境保护 and 土地管理等法律法规对监测、评估和信息披露的要求，为矿山企业开展风险排查、隐患治理和安全管理绩效考核提供技术依据。依托规范化、可追溯的监测数据和成果，为事故调查、责任认定、地质环境恢复治理及闭坑方案编制提供客观支撑，促进矿山企业依法依规、规范有序开采，提升行业整体治理能力与社会公信力。

# **三、主要起草过程**

本项目于 2025 年 7 月由中关村绿色矿山产业联盟下达标准制定计划征集，2025 年 9 月申报立项并获得批准，同年 9 月由中关村绿色矿山产业联盟正式下达标准编制计划。标准编制工作进展情况如下：

(1) 2025 年 10 月 8 日，标准编制组召开第一次工作会议，根据立项评审意见完善标准编制大纲，明确参编单位及各单位任务分工。

(2) 2025 年 10 月 9 日至 2025 年 12 月 2 日，编制组通过调研、资料收集和专题论证等工作，形成了《金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术规范（讨论稿）》。

(3) 2025 年 12 月 2 日至 2025 年 12 月 9 日，编制组委托有关领域专家对《金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术规范（讨论稿）》进行咨询论证，相关专家提出了若干修改和完善建议。

(4) 2025 年 12 月 10 日至 2025 年 12 月 11 日，编制组根据专家咨询意见对讨论稿进行补充完善并开展内部讨论，形成《金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术规范（征求意见稿）》。

## 四、制定（修订）标准的原则和依据

### 1. 制定（修订）原则

(1) 科学性：本标准在深入调研和系统研究的基础上，结合编制组及相关单位的创新性成果，以理论分析和现场试验验证为支撑，对技术路线和核心参数进行了充分论证，确保各项条文符合工程实际、具有可靠的科学依据。

(2) 通用性：本标准严格贯彻国家有关法律法规以及矿山安全、生态环境保护等相关规定，与现行国家标准、行业标准相衔接，在术语、符号、指标体系和条文结构等方面力求协调统一，保证标准具有良好的适用范围和可推广性，可在不同类型、不同规模的金属矿山工程中规范采用。

(3) 实用性：本标准突出可操作性和工程适用性，在满足监测精度和安全要求的前提下，对监测项目划分、仪器选型、监测网布设、数据处理及成果表达等提出明确要求，尽量简化不必要的复杂环节，降低实施门槛，使一线技术人员及测量单位能够方便掌握和执行。

(4) 先进性：本标准充分借鉴国内外地表变形监测、地裂缝监测以及金属矿山岩层与地表移动变形研究与工程实践成果，统筹采用激光雷达扫描、无人机倾斜摄影测量、InSAR 监测等目前较为成熟和先进的监测技术，并结合金属矿山地下开采特点进行集成与优化，确保标准在技术水平上具有前瞻性和引领性。

### 2. 制定（修订）依据

#### (1) 现行行业技术标准

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。

T/CAGHP 014 地质灾害地表变形监测技术规程

T/CAGHP 046 地质灾害地下变形监测技术规程

T/CAGHP 052 地质灾害深部位移监测技术规程  
T/CAGHP 013 地质灾害 InSAR 监测技术指南  
T/CAGHP 008 地裂缝地质灾害监测规范  
GB/T 28588 全球导航卫星系统连续运行基准站网技术规范  
GB/T 18314 全球导航卫星系统 (GNSS) 测量规范  
DZ/T 0283 地面沉降调查与监测规范  
DZ/T 0154 地面沉降测量规范  
CH/Z 3005 低空数字航空摄影规范  
GB/T 12897 国家一、二等水准测量规范  
GB/T 12898 国家三、四等水准测量规范  
GB/T 39610 倾斜数字航空摄影技术规程  
GB 50771 有色金属采矿设计规范  
GB 50497 建筑基坑工程监测技术标准  
JGJ 8 建筑变形测量规范  
DG/TJ 08-2051 (J 11371) 地面沉降监测与防治技术标准

## (2) 科研成果

1) 何国清, 杨伦, 凌庚娣, 等. 矿山开采沉陷学 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1991.

2) 钱鸣高, 许家林, 王家臣, 等. 矿山压力与岩层控制 (第3版) [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2021.

3) 古德生, 赵文, 陈从新. 采矿手册 (第二卷 矿山岩体力学) [M]. 长沙: 中南大学出版社, 2023.

4) 王运敏. 现代采矿手册 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2011.

5) 国家安全监管总局, 国家煤矿安监局, 国家能源局, 国家铁路局. 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2017.

6) 庞汉松. 基于监测数据的分段崩落法采矿地表变形分析与建筑物损坏评估方法 [硕士学位论文][D]. 武汉: 中国科学院武汉岩土力学研究所, 2020.

7) 程关文, 陈从新, 沈强, 等. 程潮铁矿地下开采引起岩层移动机制初探 [J]. 岩土力学, 2014, 35(5): 1421-1429.

## (3) 实践经验

本标准通过系统梳理国内外金属矿山岩层与地表移动变形监测工程实例, 充分总结相关成功经验和失败教训, 为条文的制定与完善提供实践支撑和实证依据。

## (4) 专家意见

广泛征求行业主管部门、科研院所、高等院校及相关企业专家、学者和技术人员的意见与建议，通过专家咨询、评审和论证等环节，对标准草案反复修改和完善，从而提高条文的合理性和可行性，增强标准的科学性和权威性。

## 五、与现行有关法律、法规和标准的关系

经文献调研和标准检索，国内外尚无针对金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术的专门标准，因此本标准不存在与现行同类技术标准的矛盾和冲突关系。本标准的编制严格遵循国家有关法律、行政法规以及矿山安全、生态环境保护等现行标准规范的基本原则和总体要求，在此基础上形成《金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术规范》，属于对现行法律、法规和相关标准的贯彻与技术支撑关系。

## 六、标准主要内容说明

本标准《金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术规范》主要对金属矿山地下开采条件下岩层与地表移动变形监测的总体要求、监测项目、监测网布设、监测方法以及监测数据的整理与分析等内容作出规定。主要包括以下几个方面：

### （1）灾害类型划分与监测技术体系构建

在系统归纳分析现有地表和深部岩层变形监测技术的基础上，结合金属矿山地下开采诱发的岩层与地表移动变形特征，并依托编制团队的创新性研究成果和现场实践经验，本标准明确了金属矿山岩层与地表移动变形的主要灾害类型，提出了相应的监测项目设置、监测技术路线及实施流程，形成适用于金属矿山地下开采条件的监测技术体系。

### （2）监测程序与技术要求规范

本标准系统规定了金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测的工作程序和技术要求，明确监测工作的基本原则、监测项目设置、监测方法选用、监测频次及精度指标，以及监测数据整理、存储与质量控制要求。通过统一监测流程和技术标准，可有效掌握地下开采引起的岩层与地表移动变形的时空演化特征，为移动变形的预警预报、灾害防治和相关科学研究提供系统、可靠的基础数据支撑。

### （3）地表移动分区与关键参数确定

标准提出了基于监测成果的地表移动分区方法，明确了岩层边界角、移动角和陷落角等地表移动关键参数的确定技术要求，用于指导金属矿山地表移动范围的判定与控制，为保护地表重要建（构）筑物及生态环境提供依据。相关地表移

动分区方法和参数体系已在国内金属矿山开采工程中得到应用与验证,表明本标准提出的关键参数确定方法具有较好的科学性和工程可操作性。

#### **(4) 填补标准空白, 统一技术要求**

通过对国内外相关法律法规、标准规范和技术文献的系统检索与比对, 尚未发现专门针对金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术的标准文件。本标准作为该领域首部系统性技术规范, 在填补行业标准空白、统一技术要求和规范工程实践方面具有重要意义, 将为金属矿山岩层与地表移动变形监测工作的规范化、标准化提供基础依据。

### **七、分歧意见的处理过程、依据和结果**

本标准起草过程中未出现重大的分歧意见。

### **八、采用国际标准或国外先进标准情况**

通过对国内外相关标准文献的系统检索与比对, 未发现专门针对金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术的国际标准或国外先进标准。本标准《金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测技术规范》为本领域首部系统性技术规范, 不存在可直接进行横向或纵向对比采用的国际或国外标准, 仅在总体理念和技术方向上参考了国外相关研究成果与工程实践经验。

### **九、贯彻标准的措施建议**

#### **1. 加强标准宣传与培训**

(1) 组织标准宣贯与培训: 建议由中关村绿色矿山产业联盟会同有关行业协会和主管部门, 面向设计单位、监测单位及矿山企业, 定期开展标准解读与技术培训, 系统讲解条文要求和工程应用要点, 确保相关人员准确理解和掌握。

(2) 编制和推广宣传资料。编写标准宣贯手册、典型案例集和多媒体课件等, 通过网站、微信公众号、行业会议等多种渠道广泛发布, 提高标准的知晓度和覆盖范围。

(3) 制定企业实施细则。鼓励金属矿山企业结合本单位地下开采及岩层与地表移动变形监测实际, 在不降低标准要求的前提下, 编制企业层面的实施细则或操作规程, 并在实施过程中结合实践效果及时修订完善, 形成可复制、可推广的标准落地经验。

#### **2. 加强国际合作与交流**

(1) 主动参与国际标准化活动。鼓励相关单位在条件成熟时参加国际标准化组织及相关学术团体的工作, 跟踪地下开采岩层与地表移动变形监测领域的国际前沿动态, 学习和借鉴国外先进理念与技术, 为今后开展国际对标或联合制定

标准创造条件。

(2) 深化技术交流与合作。通过国际学术会议、技术研讨和合作项目等形式，与国外科研机构、矿业企业和技术服务机构开展多层次交流与协作，在监测技术研发、工程示范应用和数据共享等方面开展合作，提升我国在金属矿山地下开采岩层与地表移动变形监测领域的国际影响力和话语权。

#### **十、其他应予说明的事项**

无。