

《煤矿锚杆工作载荷无损监测技术规范》

团体标准编制说明

一、工作简况

1. 任务来源

课题组于2025年9月向中关村绿色矿山产业联盟提交团体标准提案表,2025年11月参加中绿盟组织的团体标准立项评审会,并于2025年12月3日获得中关村绿色矿山产业联盟团体标准立项,项目批准号:GRMP-2025-92,项目名称:煤矿锚杆工作载荷无损监测技术规范。

2. 起草单位、参编单位

起草单位: 山东科技大学

参编单位: 北京昊华能源股份有限公司、新汶矿业集团有限责任公司、泰安泰炼岩层控制科技有限公司、煤炭科学技术研究院有限公司、长沙理工大学、重庆大学、山西大同大学、山东省矿山绿色安全共性技术标准创新平台

3. 主要起草人

本标准主要起草人为于凤海、邢明录、赵同彬、马成甫、贾光勇、王阁、郭伟耀、谭云亮、张闯、李海涛、陈璐、张玉宝、张振宇、张磊、王继龙、张涛、杨富强、崔建廷、陶文朋、陈建崇、许良珂、梁晨、李图城、闫昌乐、张泉、刘华、姚新宇、王博、马耀荣。

其中,于凤海、邢明录、赵同彬主要负责本标准文件的撰写工作;郭伟耀、陈建崇、许良珂、梁晨、李图城、闫昌乐、张泉、刘华等负责本标准文件撰写过程中相关资料收集与整理;马成甫、贾光勇、王阁、郭伟耀、谭云亮、张闯、李海涛、陈璐、张玉宝、张振宇、张磊、王继龙、张涛、杨富强、崔建廷、陶文朋等负责根据现场实际情况对撰写完成条款审查并提出相应的修改意见。

二、制定(修订)标准的必要性和意义

我国煤矿每年新掘进巷道约 1.2 万 km，其中 80%以上的煤矿巷道采用锚杆支护。锚杆支护工程属于隐蔽性工程，巷道在掘进支护后锚杆实际工作状态直接影响着巷道围岩稳定性状况，当锚杆工作载荷过大时易造成因锚杆破断失效引发顶板塌冒、煤壁片帮等顶板事故，如何有效全面监测获取锚杆工作状态、评估锚杆支护安全性状况十分关键。锚杆工作载荷监测一般采用锚杆/锚索测力计，且仅针对安设仪器的锚杆进行监测，具有一定的局限性。锚杆无损监测技术有效弥补传统锚杆工作载荷监测的局限，不仅做到随需、随时、随地监测并及时评价锚杆工作状态，而且更有利于锚杆整体工作状况的掌握，为锚杆支护布置提供更精准的参考。因此，探究如何将锚杆工作载荷无损检测方法应用好，尤其是锚杆工作载荷无损监测结果更为准确、更加规范，制定相应的标准方法，意义重大。

锚杆无损检测技术已经在我国煤矿巷道中得到初步应用，取得了一些成果，如何进一步扩大锚杆无损检测技术的使用，不仅可以随需、随时、随地监测并及时评价锚杆工作状态，而且通过规范监测可以获取更为全面、准确的锚杆工作载荷变化规律，例如支承压力分布规律、全断面锚杆工作载荷变化规律及全生命周期锚杆工作载荷变化规律等。因此，制定锚杆工作载荷无损监测分析方法十分必要。

三、主要起草过程

（1）资料收集与调研

课题组自 2022 年 10 月以来，针对矿山锚杆工作载荷无损监测仪器设备及现场应用情况开展资料收集与调研；并逐步在实验室和煤矿井下开展相关研究工作，取得了一些研究成果，例如专利、论文等，为本标准的提出奠定了坚实的基础。

（2）标准申请提出及立项

课题组于 2025 年 9 月提出团体标准提案，经会议评审，于 2025 年 12 月获得中关村绿色矿山产业联盟团体标准立项。

（3）标准撰写及征求意见稿形成

标准立项后，课题组成员讨论确定本标准总体思路、总体框架与主要内容，并积极开展标准撰写工作，于 2026 年 3 月完成标准初稿；经多次线上、线下会议讨论后，初步形成本标准的征求意见稿。

四、制定(修订)标准的原则和依据

1. 原则

① 合规性与协调性

本标准严格按照 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》的要求进行编写，确保格式和表述的规范性。

标准内容符合国家现行法律法规和强制性标准的要求，并与现行相关国家标准（GB/T 35056 煤矿巷道锚杆支护技术规范）、行业标准（MT/T 1104 煤巷锚杆支护技术规范、KA/T 11 煤矿巷道矿山压力显现观测方法）等保持协调一致。

② 市场导向与先进性

本标准积极响应市场和创新需求，尤其是煤矿质量标准化中关于锚杆无损监测的要求，旨在填补煤矿锚杆工作载荷无损监测标准的空白。在监测布置方案、监测与数据处理方面参考了国内国家和行业标准相关内容，确保标准的技术内容具有先进性和经济合理性。

③ 开放与协商一致

标准制定过程中，广泛邀请了高等学校（山东科技大学、长沙理工大学、重庆大学、山西大同大学）、科研院所（煤炭科学技术研究院有限公司、山东省矿山绿色安全共性技术标准创新平台）、煤炭企业（北京昊华能源股份有限公司、新汶矿业集团有限责任公司等）、设备厂商（泰安泰烁岩层控制科技有限公司等）等相关方参与，充分征求意见，确保标准技术内容的公正性和适用性。

2. 依据

以《中华人民共和国标准化法》为根本遵循，严格依照国家标准化管理委员会与民政部联合发布的《团体标准管理规定》执行。在标准编写时，符合标准的具体结构和编写表述方法，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》、《标准化工作指南》等编写。

五、与现行有关法律、法规和标准的关系

本标准与国家现行法律、法规和其他强制性标准协调一致，至标准编制之日尚未发现计划编制标准与现行法律、法规和强制性标准存在冲突或抵制。

六、标准主要内容说明

1. 确定标准主要内容

本标准规范类标准，是对煤矿支护锚杆工作载荷无损监测技术的规范。针对此，本标准从监测仪器设备、监测布置方案、监测与数据处理三方面阐述，具体内容如下：

（1）监测仪器设备

- ① 监测仪器
- ② 仪器要求

（2）监测布置方案

- ① 零星监测
- ② 线性监测
- ③ 全断面监测
- ④ 全生命周期监测

（3）监测与数据处理

- ① 零星监测
- ② 线性监测
- ③ 全断面监测
- ④ 全生命周期监测

2. 确定标准的主要依据

（1）监测仪器设备

本标准所述的是煤矿支护锚杆工作载荷无损监测技术规范，因此，不管仪器设备的名称为何，所采用的监测仪器必须能够进行锚杆工作载荷监测；在此基础上，需要满足煤矿井下使用要求及相关标准要求（MT/T 1191 煤矿井下锚杆锚固参数机械波无损检测仪通用技术条件）等。

（2）监测布置方案

本部分内容根据采用锚杆工作无损监测技术可以开展的系列监测给出的，主要包括零星监测、线性监测、全断面监测和全生命周期监测四方面内容。

- ① 零星监测

零星监测为“按需监测”，主要为对重点区域的快速监测；

② 线性监测

线性监测为规律监测，分为掘进期间和回采期间，掘进期间监测结果可分析得到掘进稳定的距离，回采期间监测监测结果可分析得到回采超前支承压力影响范围及峰值位置，为此目的进行相应的监测布置；

③ 全断面监测

全断面监测分为一次性监测和规律监测两种情况，一次性监测是对全断面的金属实心锚杆进行的一次全面监测；而规律监测则根据监测需要对该断面进行多次监测，直至达到监测目的；

④ 全生命周期监测

全生命周期监测根据监测巷道特点分为掘进期间、回采期间及全生命周期监测三种情况，前两者主要分别得到掘进稳定的距离、回采超前支承压力影响范围及峰值位置，后者是获取巷道锚杆自支护上直至巷道报废的全生命周期的锚杆工作载荷变化规律。

具体监测布置方案是根据监测目的，参考 GB/T 35056、KA/T 11 中关于锚杆工作载荷监测布置方案，进行设计的。

(3) 监测与数据处理

具体监测过程及监测结果数据的处理是锚定监测目的，参考 GB/T 35056、KA/T 11 中关于锚杆工作载荷数据处理进行设计的。

1) 监测修正

对采用的监测仪器进行监测结果数据修正，即采用锚杆无损检测仪测试已安装锚杆测力计的锚杆，对比锚杆无损监测结果与锚杆测力计的结果，按照所采用仪器的结果修正方法，确定适宜现场工程实际情况的锚杆无损修正与监测方法。

2) 监测方法

在监测修正方法确定后，按照各自监测布置进行相应的监测，以到达监测目的为监测结束标准。

3) 数据整理

① 零星监测

零星监测所得的数据直接对比评价标准给出评价结果。

② 线性监测

掘进期间，根据监测分析的目的（是要分析得到距迎头多少距离时锚杆工作载荷稳定还是巷道暴露多长时间时锚杆工作载荷稳定），绘制锚杆工作载荷与距迎头距离关系曲线或锚杆工作载荷与巷道围岩暴露时间曲线。

回采期间，根据监测分析的目的（分析超前支承压力影响范围、受采动影响锚杆工作载荷峰值及判断锚杆是否失效等），参照 KA/T 11 7.4 锚杆（锚索）端部载荷数据处理规定，绘制锚杆工作载荷与距采煤工作面距离关系曲线。

③ 全断面监测

一次性监测时，根据监测分析的目的，可绘制锚杆工作载荷与锚杆编号柱状图。

规律监测时，根据监测分析的目的，可绘制锚杆工作载荷随时间的变化曲线。

④ 全生命周期监测

掘进期间，根据监测分析的目的（是要分析得到距迎头多少距离时锚杆工作载荷稳定还是巷道暴露多长时间时锚杆工作载荷稳定），绘制锚杆工作载荷与距迎头距离关系曲线或锚杆工作载荷与巷道围岩暴露时间曲线。

回采期间，根据监测分析的目的（分析超前支承压力影响范围、受采动影响锚杆工作载荷峰值及判断锚杆是否失效等），参照 KA/T 11 7.4 锚杆（锚索）端部载荷数据处理规定，绘制锚杆工作载荷与距采煤工作面距离关系曲线。

全生命周期，绘制锚杆工作载荷与距巷道围岩暴露时间关系曲线。

七、分歧意见的处理过程、依据和结果

无。

八、采用国际标准或国外先进标准情况

无。

九、贯彻标准的措施建议

为了贯彻好本标准，使其有效发挥作用，建议在标准发布后，在全国煤炭行业进行宣传与贯彻，并组织有关部门进行学习和培训。

十、其他应予说明的事项

无。