



---

# 鞍山五矿陈台沟矿业有限公司

## 铁矿巷道掘进工作面震-磁协同超前探水技术规范 编制说明

鞍山五矿陈台沟矿业有限公司

中国矿业大学（北京）

北京空天地井科学技术研究院有限公司

二〇二六年三月

## 一、工作概况

### （一）任务来源

团体标准《铁矿巷道掘进工作面震-磁协同超前探水技术规范》为鞍山五矿陈台沟矿业有限公司、中国矿业大学（北京）、北京空天地井科学技术研究院有限公司联合提出，该项目由中关村绿色矿山产业联盟归口，三家单位共同负责制定，该标准属首次制定的推荐性标准。

本标准的制定源于铁矿行业对超前探水技术标准化的迫切需求。铁矿地质构造复杂，导水断层、破碎带等隐患发育，掘进过程中突水风险极高，而当前缺乏针对铁矿的地震-电磁协同探水专用标准，导致各矿山技术应用不统一、成果可比性差。为规范技术应用流程，提升探水准确性与可靠性，保障矿山安全生产，特启动本标准的制定工作。

### （二）各阶段工作进展

本项目于 2025 年 6 月启动，截至本标准初稿完成，已完成项目立项论证与申报、行业技术资料收集、矿山现场调研、标准初稿编制、行业意见征求与修改完善等核心工作，具体进展及成果如下：

#### （1）完成团体标准申报与立项审批

完成标准项目立项前期论证、立项申报材料编制、计划审批与下达等全流程工作。2025 年 11 月，完成中关村绿色矿山产业联盟组织的团体标准立项初审及答辩工作；2025 年 12 月，正式取得本项目的立项通知。立项获批后，第一时间成立标准起草工作组，严格按照团体标准制（修）订工作程序，系统开展调研、起草及意见征求工作，充分吸纳行业专家与矿山企业意见，保障标准的科学性、严谨性与适用性。

#### （2）完成了团体标准初稿编制

系统完成标准主体内容、配套附件的编制与修改工作，形成《铁矿巷道掘进工作面震 - 磁协同超前探水技术规范》初稿。标准正文严格按照 GB/T 1.1—2020 要求编制，核心内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、一般要求、物探方法及方法、现场作业与数据采集、数据处理与解释、报告编制 8 个核心章节，同步配套 2 项资料性附录，完整覆盖震 - 磁协同超前探水全流程技术要求。

#### （3）完成了团体标准征求意见及修改完善工作

标准初稿编制完成后，起草小组严格遵照《团体标准管理规定》及归口单

位团体标准制修订工作程序，于 2025 年 10 月至 2026 年 3 月全面开展评审意见征集工作。通过函审与行业专题会议研讨相结合的方式，向鞍山五矿陈台沟矿业有限公司、中国矿业大学（北京）、北京空天地井科学技术研究院有限公司等生产企业、科研院所及资深专家定向发放标准文稿。工作组对回收的有效意见逐条梳理、专题论证，按照合规性、科学性及现场适用性原则进行分类处置，同步完成《征求意见汇总处理表》的编制工作。结合行业反馈意见，工作组对标准文本进行系统性优化与完善，进一步提升标准的严谨性与可操作性，高效完成评审意见征集工作。

本标准的修订属于自主研发标准，标准起草工作组在起草本标准过程中参考了如下标准和相关资料：

DZ/T 0170 浅层地震勘察技术规范

GB 51060 有色金属矿山水文地质勘探规范

T/CSPSTC 56 隧道瞬变电磁法超前地质预报技术规程

## 二、编制原则和主要内容说明

### （一）编制原则

#### 1. 标准编写原则

①统一性：标准核心技术内容分为一般要求、物探方法及方法、现场作业与数据采集、数据处理与解释、报告编制 5 大核心模块，各模块在章节结构、文体表述、术语定义、格式规范等方面保持高度统一，符合标准化文件编写规则。

②协调性：标准编制严格遵守现行基础国家标准的制定原则，在术语使用、计量单位与符号、图形标识、技术表述、引用文件标引等方面，与国内同领域现行相关标准协调一致，无冲突条款。

③适用性：充分结合铁矿井下复杂地质条件与现场作业限制，技术条款力求具体、可落地，设备选型、参数设定兼顾技术科学性与现场实用性，确保标准可直接用于指导矿山现场探水作业。

⑤规范性：标准编制全过程严格遵守团体标准制定程序与编写规则，内容完整、逻辑清晰、条款表述严谨，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》的各项要求。

## 2. 标准内容原则

① 全流程覆盖：围绕铁矿巷道震 - 磁协同超前探水完整作业链条，覆盖方法选型、现场作业、数据采集、数据处理与解释、报告编制全环节，填补各环节技术要求空白，实现全流程标准化管控。

② 问题导向：针对行业内单一探水方法构造定位与富水性判识难以兼顾、方法选型随意、操作流程不统一、成果多解性强等行业痛点，明确关键技术指标与质量控制要求，通过震 - 磁协同技术融合，解决单一方法的技术局限性。

③ 实用与可操作性：标准的技术要求和操作流程力求实用和具备良好的可操作性，必须符合当前铁矿井下巷道掘进工作面超前探水技术的实际应用情况、行业普遍工艺水平以及现场作业条件。

④ 技术适配性：结合铁矿地质特征，优化地震法与电磁法的协同组合模式，明确装备选型标准与参数优化方向，提升技术与铁矿复杂地质条件的适配性。

### (二) 主要内容说明

#### 1. 标准制定的背景及意义

背景：我国铁矿资源开采深度日益增加，地质条件日趋复杂。铁矿巷道在掘进过程中常遭遇导水断层、破碎带、岩层裂隙带等不良地质体，这些构造易与富水区或强含水层连通，构成严重的突水淹井风险。突水事故不仅可能造成人员伤亡、设备淹没等重大经济损失，还会导致矿井停工、资源浪费，甚至引发环境破坏。

目前，在铁矿巷道超前探水领域，单一的地球物理勘探方法（如仅采用地震法或电磁法）存在明显的局限性。地震法对构造边界定位精准，但对含水性判识可靠性不足；电磁法对低阻含水层敏感，但在构造形态精细刻画方面较弱。这种“单打独斗”的探水模式，难以同时满足“构造定位”与“含水性判识”的双重需求，易导致误报或漏报，给掘进安全留下隐患。

此外，行业内尚未出台针对铁矿的震-磁协同探水技术标准，各矿山企业在方法选择、设备配置、作业流程、数据处理与解释等方面存在较大差异，导致技术应用随意、操作流程不规范、成果报告可比性差，难以形成统一、高效的风险防控技术体系。因此，亟需制定一项专门的技术规范，将地震法与电磁法

进行系统性融合，明确协同探水的技术路径和质量要求，以填补当前铁矿专用协同探水技术标准的空白。

意义：①安全保障意义：铁矿地质构造复杂，导水断层、破碎带等隐患发育，突水事故易造成人员伤亡与重大财产损失。本标准通过规范协同探水技术应用，大幅提升突水风险的早期识别能力，从源头降低事故发生率，筑牢矿山安全生产防线，保障矿工生命安全与矿山稳定运营。

②行业发展意义：针对当前行业内探水方法选择随意、操作流程不统一、成果可比性差等痛点，本标准建立了标准化的技术框架，推动铁矿探水工作从“经验型”向“标准化、精准化”转型。其可复制的技术流程与统一的评价体系，将规范行业技术应用，提升全行业探水技术水平与安全生产管理效能。

③技术推广意义：地震与电磁协同探水是当前矿产资源勘探的技术发展趋势，本标准通过固化成熟的实践经验、专利技术与设备参数要求，为技术落地与规模化推广提供制度保障。同时，标准可作为高校、科研院所开展相关技术研究的统一依据，促进“产学研用”深度融合，推动探水技术持续创新升级。

④绿色发展意义：标准化的协同探水流程可减少因地质灾害导致的停工损失与资源浪费，提升掘进效率，助力矿山高效开采。同时，精准的突水风险防控可避免地下水无序涌出造成的生态环境破坏，契合绿色矿山建设理念，推动铁矿行业实现安全、高效、低碳的可持续发展。

## 2. 适用范围

本文件规定了铁矿巷道掘进工作面震-磁协同超前探水技术的一般要求、范围及方法确定、现场作业与数据采集、数据处理与解释、报告编制等关键技术内容。

本标准适用于铁矿井下巷道掘进工作面的超前预报工作，探明掘进前方及周围的断层、破碎带、岩层裂隙带等地质构造的空间位置，并综合判断其富水性。

## 3. 规范性引用文件

列出了本标准应用过程中必不可少的规范性文件，包括浅层地震勘察、有色金属矿山水文地质勘探、隧道瞬变电磁法超前地质预报等领域的现行标准，

明确注日期引用文件仅对应版本适用，不注日期引用文件其最新版本（含修改单）适用。

#### **4. 术语和定义**

收录了本标准核心术语和定义，包括超前探水、信噪比、波阻抗、视电阻率 4 项，明确其内涵与适用场景，统一行业认知，避免技术交流中的歧义。其中，“超前探水”界定了作业目的与方法范畴，“波阻抗”、“视电阻率”分别明确了地震法、电磁法的核心技术参数，为后续技术要求的制定奠定基础。

#### **5. 一般要求**

明确了矿井物探的核心适用场景，包括巷道接近已知或推测富水区、水淹区及相邻矿区积水边界时；导水断层、破碎带等地质构造发育且可能成为导水通道时；水文地质分析及工程经验判断存在潜在涌（突）水风险或水文地质条件不明的地段。该要求为探水作业的启动条件提供明确依据，避免盲目作业或遗漏高风险区域。

#### **6. 范围及方法确定**

##### **（1）物探范围确定**

规定物探范围需结合探水目的、地质任务要求及矿井地质、采矿条件，聚焦高风险区域精准覆盖，确保探测范围能够全面覆盖掘进工作面前方及侧帮主要富水构造可能发育区域，避免探测盲区。

##### **（2）物探方法选择**

**地震法：**优先选用抗干扰能力强、纵向分辨率高的地震波反射法、巷道地震波预报法等，明确震源（机械锤击或炸药）、接收装置（三分量加速度检波器，频响范围 5-5000 Hz）、采集系统（动态范围不低于 120 dB）的技术要求，主要用于精细刻画构造形态与地层界面。

**电磁法：**优先选用穿透能力强、对低阻体敏感且抗井下金属干扰的瞬变电磁法等，明确发射系统（输出稳定、关断时间短）、接收装置（多匝小回线或大定源回线，满足弱信号检测）、主机（具备实时噪声监测、工频滤波及数据质量实时显示功能）的技术参数，主要用于识别含水异常区

### **(3) 协同探测组合**

强调单一方法无法同时满足构造定位与含水性判识需求，需采用地震与电磁两种及以上物探设备协同作业；要求两种设备实现时间同步或记录精确时间标识，结合探测目标体埋深、产状、物性差异及现场干扰条件选择有效组合形式，注重方法间的互补性与协同性，实现地质构造空间定位与含水性的综合探测。

## **7. 现场作业与数据采集**

### **(1) 参数试验**

明确地震法与电磁法的关键参数调试要求：电磁法需进行线框尺寸、发射电流、频率等参数试验；地震法需进行震源类型、检波距、叠加次数等参数测试，采用炸药震源时还需开展药量、孔深试验，确保参数设置与探测目标及地质条件适配。

### **(2) 现场作业**

规定了现场作业的前置流程，包括收集地质资料并编制探测方案、移除隧道内大型金属设备至安全距离、检查设备完整性及电量、清理场地确保作业安全，为现场作业的有序开展与安全保障提供支撑，具体流程可参考附录 A。

### **(3) 数据采集**

地震数据采集：明确采样间隔（根据主要反射波视周期确定，通常为 0.25 ms、0.5 ms 或 1 ms）、记录长度（覆盖最深目标层反射时间并留有余量）、覆盖次数（保障叠加剖面信噪比）、炮检距设计（避免浅层盲区、兼顾深层信号能量）的要求。

电磁数据采集：要求根据探测深度调整发射频率或时间门设置，采集前测量背景噪声并进行校正，数据质量需满足曲线光滑、过渡自然的要求。

### **(4) 协同实施与质量控制**

提出了协同作业的核心质量控制措施，包括数据采集点位尽量一致或偏移距极小、实时监控数据质量并及时补测重测、采集前进行现场噪声测试并选择最佳时段、检波器与贴壁电极 / 线圈共点位布置或精确测量相对位置、记录详细采集参数与现场条件等，确保数据的准确性、完整性与可追溯性。

## 8. 数据处理与解释

### (1) 数据处理

地震数据预处理：包括数据解编、废炮废道剔除、静校正、振幅补偿、反褶积、叠前去噪等环节，最终获得高信噪比的地震道集。

电磁数据预处理：包括数据回放、剔除飞点、滤波去噪、静态效应校正、地形校正等环节，最终获得高质量的视电阻率和相位曲线或瞬变响应曲线，具体流程参考附录 B。

### (2) 联合反演

要求利用地震处理获得的速度结构和反射层位信息构建地层结构框架模型，结合电磁数据处理获得的电阻率结构信息及先验地质信息、测井资料，为模型赋予初步电阻率参数，实现两种方法数据的深度融合，提升模型准确性。

### (3) 数据解释

数据解释应基于预处理后的地震剖面、电磁断面以及联合反演获得的物性模型，结合地质、水文地质及掘进历史等多源信息进行。解释工作应包括：识别反射波组中断、绕射波发育、视电阻率低阻异常等地球物理响应特征；判断断层、破碎带、含水区等地质异常体的类型、空间位置、产状、规模及与围岩的关系；利用波速-电阻率模型、地震属性分析、电磁多参数反演等手段，分析异常体的内部结构、物性分布及其富水性、导水性；进行多方法、多参数对比与融合解释，以降低单一方法的多解性，综合评价异常体的地质成因与突水风险；最终形成综合地质地球物理解释剖面图、三维物性-地质模型图等成果图件，并编制解释报告。报告应详细阐述解释依据、方法流程、地质结论，并提出针对性的水害防控建议。

## 9. 报告编制

### (1) 报告要求

明确报告需满足内容完整、数据准确、结论明确、附图清晰的要求，采用规范专业术语与计量单位，文字简洁、逻辑清晰；实行编写人、审核人、批准人三级签字制度并加盖责任单位公章，确保可追溯性；要求在现场数据采集与解释工作结束后及时编制完成

## **(2) 报告内容**

规定报告应包含前言、地质与地球物理特征、工作方法与技术、数据处理与解释、主要成果与结论、防控建议、附图与附件等核心内容，全面反映勘探工作全过程与最终成果，为矿山掘进方案优化与突水风险防控提供直接技术支撑。

## **10. 资料性附录**

附录 A 规范了现场布置与数据采集的协同操作流程，包括总则、操作步骤、收尾工作，明确关键操作环节与质量控制节点；附录 B 明确了数据处理与解释的技术要求及流程，为实际作业提供细化指导，提升标准的可操作性。

## **三、技术经济论证和预期社会效益分析**

本标准为推荐性标准，预期不作为强制性标准，不涉及具体的经济效益分析。

## **四、采用国际标准和国外先进标准的程度**

本标准为首次自主研制，不涉及国际国外标准采标情况。

## **五、与现行有关法律、法规和标准的关系**

## **六、重大分歧意见的处理经过和依据**

本标准编制过程中，通过多次行业专家研讨、矿山企业实地征求意见等方式，广泛吸纳各方建议，对技术指标、操作流程等内容进行了优化完善。编制过程中未出现重大分歧意见，所有反馈建议均经起草工作组论证后合理采纳，确保了标准内容的科学性、实用性与可操作性。

## **七、标准性质建议**

建议作为推荐性团体标准。

## **八、标准实施建议**

为了贯彻好本标准，使其有效发挥作用，提出以下实施建议：

①在标准发布后，由起草单位联合行业协会、归口单位在全国铁矿行业开展宣传贯彻活动，通过技术培训、现场观摩、专题研讨等形式，解读标准核心内容与操作要点，提升矿山企业、技术人员对标准的认知与应用能力。

②鼓励试点矿山率先全面应用本标准，总结实践经验，形成可复制、可推广的应用案例，为全行业推广提供示范。

③起草单位持续跟踪标准实施情况，收集行业反馈意见，结合探水技术发展与矿山生产需求变化，适时开展标准的修订完善工作，确保标准的时效性与适用性。

④支持高校、科研院所基于本标准开展技术创新研究，推动协同探水技术升级，促进标准与技术发展的良性互动。

## **九、废止现行有关标准的建议**

无。

## **十、其他应予以说明的事项**

无。