

高水压破碎区立体注浆加固改造技术规范  
编制说明

焦作煤业（集团）新乡能源有限公司

中国矿业大学（北京）

二〇二六年三月

## 一、工作概况

### （一）任务来源

团体标准《高水压破碎区立体注浆加固改造技术规范》为焦作煤业（集团）新乡能源有限公司、中国矿业大学（北京）联合提出，该项目由中关村绿色矿山产业联盟归口，由焦作煤业（集团）新乡能源有限公司负责制定，该标准属首次制定的推荐性标准。

### （二）各阶段工作进展

本项目最早开始于 2023 年 6 月，截至 2026 年 3 月，主要进行了项目立项论证与申报工作、收集国内资料、现场调研、编制标准初稿和研究讨论等工作。已完成工作进展及成果具体如下：

#### （1）进行了团体标准申报并获取标准立项计划

标准包括对标准项目的立项前期论证，申报计划立项材料，计划审批与下达等。项目分别于 2023 年 6 月和 2023 年 12 月对中关村绿色矿山产业联盟组织的团体标委会立项初审及答辩进行了相应的申报、答辩等工作，并于 2024 年 6 月取得立项通知。项目立项后，成立了标准起草小组，根据项目归口技术委员会及分会组织要求，严格按照标准制（修）订工作程序，认真做了调研和起草工作，同时面向行业广泛征求了意见，确保了标准修订的质量和技术水平，提高了标准的科学性和适用性。

#### （2）完成了团体标准初稿编制

本项目于 2024 年 7 月开展了团体标准报名和立项审查工作、编制和修改了团体标准主体内容和相关附件、实施了团体标准征求意见和审查工作、进行了团体标准修订和报送工作，目前已经完成了团体标准《高水压破碎区立体注浆加固改造技术规范》初稿制定，具体内容包括：适用范围、规范性引用文件、术语和定义、高水压破碎区探查、探查技术要求、注浆技术要求、效果检验与工程验收等。

#### （3）完成了团体标准评审意见征集及修改完善工作

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、行业专题会议研讨相结合的形式，向中煤科工西安研究院（集团）有限公司、冀中能源股份有限公司、焦作煤业（集团）新乡能源有

限公司等行业生产企业、科研院所以及资深专家发放标准文稿。工作组对回收的有效意见逐条登记、专题论证，按合规性、科学性、现场适用性原则完成分类处置，同步编制完成《征求意见汇总处理表》。结合行业反馈意见，工作组对标准文本进行了系统性优化完善，进一步提升了标准的严谨性与可操作性，完成了评审意见征集工作。

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：

《煤矿安全规程》（2025年）中华人民共和国应急管理部

《煤矿防治水细则》（2018年）原国家煤矿安全监察局

《煤矿地质工作细则》（2023年）国家矿山安全监察局

GB 51070-2014 煤炭矿井防治水规范

NB/T 10730-2021 煤矿井下断层导水性探查与治理技术规范

NB/T 51030-2015 煤矿井巷工作面注浆工程施工与验收规范

MT/T 1076-2008 煤炭地质钻探规程

YS/T 5211-2018 注浆技术规程

MT/T 1042-2007 煤炭地质勘查钻孔质量标准

DZ/T 0215-2020 矿产地质勘查规范 煤

## 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：本标准分主要分为4个部分：高水压破碎区探查、探查技术要求、注浆技术要求、效果检验与工程验收，4部分在结构、文体、术语、形式等方面保持统一。

②协调性：本标准编制过程遵守现行基础标准的制定原则，在术语使用、量、单位及其符号的使用、图形符号、主体内容编写、技术制图和简图、参考标准的标引与现有同一领域的相关标准协调一致。

③适用性：本标准易于使用者检索和理解，编制过程充分考虑到被其他标准所引用的情况。

④一致性：本标准符合 GB/T1.1-2009 及 GB/T20000.2-2009 的相关规定。

⑤规范性：本标准编制过程中遵守相关制定程序和编写规则，符合GB/T1.1、GB/T1.2及GB/T20000、GB/T20001、GB/T20002、GB/T20003相应部分规定。

## 2. 标准内容原则

①围绕煤矿高水压破碎区立体注浆加固与注浆改造的整体工艺展开，避免针对某一单项技术建立技术要求。

②对难以量化的指标，不宜设定基准值，但应给出明确的限定或说明。

③力求实用和可操作性，符合现有煤矿高水压破碎区探查和注浆加固与注浆改造技术的实际情况和工艺水平。

④符合国家及煤矿企业政策和煤矿高水压破碎区探查和注浆加固与注浆改造技术的发展要求。

### (二) 主要内容说明

#### 1. 标准制定的背景及意义

中国作为世界上第一采煤大国，煤炭资源十分丰富且地域分布辽阔，但煤矿水文地质条件复杂，是世界上矿山水害最严重的国家之一。我国东部矿区煤层底板普遍赋存一层特厚的奥陶系灰岩含水层，该含水层高承压、强富水，在其之上石炭系煤层之下还有多层薄层太原组灰岩，其中底部太灰往往与奥灰存在较强的水力联系，加之部分矿井地质构造复杂，大型断层等构造沟通含水层使得构造破碎区富水性强，东部矿区矿井进入深部开采时普遍受到威胁。此外我国西南矿区底板涌水量大，西北矿区受顶板砂岩裂隙弱含水层影响，加之各矿区同样存在地质构造破碎区发育等情况，在回采时同样受到水害威胁。

对含水层进行地面注浆或者井下注浆加固改造，是矿井防止含水层发生突涌水事故的常见技术方法之一，注浆加固改造技术是在治理区域合理布置钻孔，注浆封堵底板含水层的裂隙及导水构造，达到改造含水层和加固隔水层的治理目的。目前，在两淮矿区、邢台矿区、焦作矿区等矿区部分矿井应用。

但关于高水压破碎区立体注浆加固改造还未有相关标准，立体注浆加固改造是指通过钻孔对巷道围岩多层含水层组进行立体加固改造的技术。破碎区岩体相比于完整岩体、裂隙岩体，具有胶结强度低、渗透性强、稳定性差等特点，

注浆治理时浆液流动和固结特性有所不同，与传统注浆方案在注浆钻孔布置、注浆压力、浆液材料等需进行优化。本标准的制定和实施，可为类似地质条件下矿井破碎区立体注浆加固改造工程提供参考，有利于煤炭行业形成较为完善高水压破碎区立体注浆加固改造技术规范，建立健全煤矿水害防治技术体系，降低煤矿水害事故发生，促进煤炭行业安全可持续发展。

## 2. 适用范围

本标准规定了高水压破碎区立体注浆加固改造的高水压破碎区探查、探查技术要求、注浆技术要求、效果检验与工程验收。

本标准适用于井工煤矿高水压破碎区立体注浆加固改造工程。

## 3. 规范性引用文件

列出了本标准的规范性引用文件。

## 4. 术语和定义

收录了本标准中涉及的4条术语和定义，包括“高水压”、“破碎区”、“注浆材料”、“注浆终压”。

## 5. 高水压破碎区探查

综合考虑《煤矿安全规程》、《煤矿防治水细则》和《煤矿地质工作细则》的相应要求，高水压破碎区探查主要针对探查原则、探查基本内容、破碎区危险性评价等方面，并对上述环节所应遵守的有关规定进行了阐述。

### (1) 一般规定

高水压破碎区探查的一般规定主要明确了探查时应遵循的基本准则，强调采用钻探与物探相结合的综合勘查方法。

针对高水压破碎区探查的一般规定中第4.1.3条，中煤科工西安研究院（集团）有限公司行业专家南生辉根据《煤矿地质工作细则》提出“在探查导水性时，应优先采用连通示踪试验，以确保数据准确性”的修改意见。事实上，本条规定已明确矿井可根据实际情况选用多种辅助方法，内容具备较强操作性。编制组经讨论认为，连通示踪试验虽是查明水力联系的强有力手段，但其成本高、周

期长，且受场地条件限制较大。本条规定旨在为矿井提供多种可选工具，而非强制排序。原条文“宜选用”已赋予矿井根据自身条件灵活选择的权利，因此此处未作出进一步修改。

## **(2) 探查原则**

探查原则明确了必须开展探查工作的三种具体情形。第 4.2.1 条规定采掘工作面前方或附近预测有破碎区存在但具体特征不明时应当探查；第 4.2.2 条规定邻近区域发生过突水事故而本区域尚未探查时应当探查；第 4.2.3 条规定浅部探查证实不含水但深部可能突水时应当探查。这些原则的制定主要依据《煤矿防治水细则》的相关要求，并充分考虑了煤矿水害防治的工程实践经验。

中煤科工西安研究院（集团）有限公司行业专家靳德武在评审中提出，探查原则应进一步突出“预防为主”的防治水理念，编制组采纳该建议，在条文说明中对此进行了强化。探查原则的确立为矿井开展探查工作提供了明确依据，有助于统一认识，规范探查工作的启动条件。

## **(3) 探查基本内容**

探查基本内容规定了需要查明的具体地质与水文地质要素，特别强调了对破碎区空间属性的查明要求。第 4.3.3 条要求“查明破裂区的自然地理、地质构造、地理位置、交通情况、地形地貌、地面水系、气象、地震等情况”，这一要求超出了传统水文地质勘查的范围，体现了“天地一体化”的现代勘查理念。地面条件往往直接影响地下水的补给排泄，对地面条件的深入了解有助于更准确地判断地下水的来源和运移规律。

## **(4) 破碎区危险性评价**

破碎区危险性评价建立了基于多源信息的危险性分级体系，将评价指标归纳为地质（类型、破碎程度）、力学（应力、稳定性）、水文（渗透性、水压、突水系数）、工程（巷道位置、支护强度）四大类，划分三个危险等级。这一指标体系的建立经历了多次优化完善。最初版本只包含地质和水文两类指标，后在中国矿业大学（北京）教授刘世奇的建议下，增加了力学指标和工程指标。力学指标考虑了地应力场对破碎区稳定性的影响，工程指标考虑了人工工程活动与破碎区的相互影响。这一完善使得评价体系更加科学全面，能够更好地反映破碎区的实际危险程度。

## 6. 探查技术要求

探查技术要求规定了物探、钻探、钻孔布置原则、技术要求以及质量保障措施等内容。

### (1) 一般规定

一般规定强调采用综合勘查手段，要求查明破碎区的多项精细特征。第 5.1.3 条要求查明破碎区具体位置、范围、破碎程度、导水性、水压以及距采掘工作面的距离等特征，这些具体要求为探查工作提供了明确的技术目标。

### (2) 物探

物探要求采用两种及以上物探方法进行综合探测，通过数据互补提高探测精度。第 5.2.2 条强制要求“进行物探作业时，应采用两种及以上的物探方法进行综合探测”，这一要求是基于各种物探方法都具有多解性的特点提出的。通过多种方法的对比验证，可以显著提高物探解释的可靠性。在实际应用中，推荐采用地震勘探与电法勘探相结合的方式。地震勘探对构造形态反映较好，电法勘探对含水性敏感，两者结合可以同时获得破碎区的形态信息和含水性信息。

### (3) 钻探

钻探对钻探设备和工艺提出具体要求，要求遵循相关规程确保施工质量与安全。第 5.3.1 条要求钻孔参数和施工技术符合《MT/T 1076-2008》规定，这是钻探质量的基本保证。在设备选型方面，特别强调在高水压条件下要选用具有防喷能力的新型钻机，确保施工安全。

### (4) 钻孔布置原则

钻孔布置原则规定布置方案应基于矿井构造发育情况和复杂程度等级确定。第 5.4.2 条提出布置方案应基于矿井以往主要构造发育情况、复杂程度等级等进行确定，这体现了地质规律的延续性和矿区经验的传承性。不同矿井由于所处地质背景不同，构造发育规律存在差异，因此钻孔布置需要考虑矿井的具体地质条件。

### (5) 技术要求

技术要求对钻孔安全成孔和精细化探测作出详细规定。

针对探查技术要求中的第 5.5.5 条，冀中能源股份有限公司行业专家王玺瑞与中煤科工西安研究院（集团）有限公司行业专家靳德武就耐压试验值提出不

同意见。王玺瑞专家根据《煤矿防治水细则》第四十六条，建议"耐压值不得小于预计静水压值的 1.5 倍"；靳德武专家从工程设计安全系数出发，建议采用"1.2 倍终孔压力"。编制组经论证，认为《煤矿防治水细则》的规定是针对"止水套管"的安全基准，具有法规强制性，必须遵守。同时，考虑到套管可能兼做注浆管，其最终承受的压力需以注浆终压（为静水压 1.5 倍）为准。因此，综合两位专家意见和工程实际，最终表述为"耐压值应不小于预计静水压力的 1.5 倍，兼做注浆钻孔的，应当由注浆终压值确定，并稳压 30min 以上"。

第 5.5.6 条要求钻孔终孔后根据情况进行放水或压水试验，这是定量评价破碎区导水性和隔水性能的直接手段。放水试验可以获得真实的涌水量数据，压水试验可以获取岩体渗透性参数，两者都为注浆设计提供了重要依据。这些试验数据的准确性直接关系到后续注浆工程的设计质量和治理效果。

#### **(6) 质量保障措施**

质量保障措施确立探查工程质量控制标准，要求甲乙级孔率达到 95%，丙级孔严禁出现实行一孔一验收。第 5.6.1 条要求钻探施工严格遵守相关规程，并要求甲乙级孔率达到 95%，这一高质量要求是基于探查工程的重要性确定的。探查成果的质量直接关系到后续治理工程的安全性和有效性，必须严格要求。第 5.6.3 条要求出具相应的总结报告，确保了探查工作的完整性和可追溯性。

### **7. 注浆技术要求**

注浆技术要求规定了注浆系统设备、注浆工艺、注浆参数等技术要求。

#### **(1) 一般规定**

一般规定明确注浆施工的合规性要求，提出全面治理原则。第 6.1.2 条提出"高水压破碎区揭露的所有含水层均需注浆加固改造治理"的全面治理原则，这体现了对高水压破碎区水害治理的彻底性要求。只有对所有含水层进行彻底治理，才能从根本上消除水害威胁。

#### **(2) 注浆系统设备**

注浆系统设备对地面和井下注浆系统设备构成及性能提出要求。

针对第 6.2.5 条"优先选用高强度袖阀管"，中煤科工西安研究院（集团）有限公司行业专家南生辉提出在动水条件下，袖阀管的可靠性可能不足，建议增加"在动水涌水条件下，可采用囊袋式止浆塞或孔口闭环注浆系统"的说明。编

制组认为该建议切中工程难点，准确指出了单一技术在不同条件下的适用性问题，予以采纳并进行了补充说明。

第 6.2.6 条要求主要设备"至少一用一备"，这一规定是基于注浆作业连续性的重要保障。注浆过程中一旦中断，可能导致已注入浆液的凝固堵塞通道，严重影响注浆效果。备用设备的配置可以有效避免这种情况的发生，确保注浆作业的连续进行。

### (3) 注浆工艺

注浆工艺阐述针对不同水文地质条件的立体注浆施工顺序与工艺。

针对第 6.3.6 条，中煤科工西安研究院（集团）有限公司行业专家靳德武提出"应优先采用井下钻孔注浆，以降低施工成本"的意见。编制组经论证认为，当破碎区下侧存在高水压含水层时，首先从地面施工钻孔，直接对含水层进行"自上而下"的注浆封堵，可以更有效地降低含水层整体水压和富水性，为后续井下施工创造安全条件。若先进行井下施工，钻孔揭露高水压含水层时风险极高。因此，基于"安全优先于成本"的原则，未采纳该修改意见，维持了"先地面后井下"的工艺顺序。

第 6.3.3 条明确了隔水层加固后的突水系数标准（小于 0.06MPa/m），这是经过行业实践检验的安全阈值。我国煤矿防治水工作经验表明，将突水系数控制在 0.06MPa/m 以下可以有效防止采掘过程中的突水事故。这一标准的制定是基于大量工程实践和理论研究的成果，具有充分的技术依据。

### (4) 注浆参数

注浆参数对注浆材料、压力、扩散半径等关键参数作出定量规定。

针对第 6.4.6 条中的"注浆终量不大于 1.2m<sup>3</sup>/h"，冀中能源股份有限公司行业专家王玺瑞参照《河南省煤矿防治水管理办法》，提出应统一为"注浆终量不大于 60L/min"。编制组核查后认为两者本质一致，但考虑到行业内的表述习惯，以及与其他标准保持一致的需要，采纳专家意见，在送审稿中修改为"注浆终量不大于 60L/min"。

第 6.4.6 条明确了注浆结束的三个判据，其中"注浆终压不小于静水压力值的 1.5 倍，且稳压 30min 以上"是核心指标，这一要求确保了注浆体具有足够抵抗高水压的能力。注浆结束判据的明确界定，为现场施工人员提供了清晰的操

作标准，有利于保证注浆工程质量。

## **8. 效果检验与工程验收**

效果检验与工程验收主要涉及：效果检验、竣工验收、效果评价等内容。

### **(1) 效果检验**

效果检验规定必须采用钻探与物探相结合的方法进行检验。第 7.1.2 条要求"注浆工程完成后，应对注浆效果进行检验，效果检验采用钻探和物探两种方法"。这种综合检验方法可以相互验证，全面评价注浆效果。物探方法可以从宏观上判断注浆帷幕的连续性和完整性，钻探方法可以直接检验注浆体的强度和抗渗性。

### **(2) 竣工验收**

竣工验收规定由煤矿总工程师组织验收，落实企业主体责任。第 7.2.1 条要求"注浆工程结束后，施工单位应编制专项总结报告，由煤矿总工程师组织相关技术人员，根据设计要求进行验收"。煤矿总工程师作为矿井技术负责人，能够从全矿角度统筹考虑治理工程的技术合理性和安全可靠性的。

### **(3) 效果评价**

效果评价要求编制专门的效果评价报告，全面评估治理效果。第 7.3.1 条要求工程结束后，由矿井地测部门编制煤矿破碎区井下立体注浆加固改造效果评价报告，评价报告需由企业总工程师组织审核。

## **3 技术经济论证和预期社会效益分析**

本标准推荐性标准，预期不作为强制性标准，不涉及具体的经济效益分析。

## **4 采用国际标准和国外先进标准的程度**

本标准首次自主研制，不涉及国际国外标准采标情况。

## **5 与现行有关法律、法规和标准的关系**

## **6 重大分歧意见的处理经过和依据**

无重大分歧意见。

## **7 标准性质建议**

建议作为推荐性团体标准。

## **8 标准实施建议**

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。作为本标准的起草单位，我们将提供破碎区探查和注浆治理工程的参观途径，促进标准的贯彻实施。

## **9 废止现行有关标准的建议**

无。

## **10 其他应予以说明的事项**

无。