

《切顶沿空留巷开式采空区柔性水泥毯快速封闭 技术规范》团体标准编制说明

一、工作简况

1.任务来源

本标准由山东科技大学提出，任务来源于山西方山金晖凯川煤业、晋能控股煤业集团同忻煤矿等在推广无煤柱开采、切顶沿空留巷开式采空区治理过程中，针对空区封闭与防火的工程实践需求。基于当前无煤柱开采切顶沿空留巷开式采空区封闭的迫切需求，结合行业标准化发展要求，本技术规范列入了 2026 年中关村绿色矿山产业联盟团体标准实施计划。通过本标准，旨在规范柔性水泥毯在开式采空区封闭中的材料选择、设计方案、施工工艺、监测、验收与维护，以便更好地指导开式采空区快速封闭现场工程实践。

2.起草单位、参编单位

起草单位：山东科技大学

参编单位：山西银锋科技有限公司，中矿科创（山西）矿业科学研究院有限公司，山西方山金晖凯川煤业有限公司，中国矿业大学（北京）

3.主要起草人

起草人：朱恒忠、王彦军，高成章，贾维，王波涛，武治盛，李亚运，王艳龙，王印，陈悟涛，毛利鑫，王宝，高玉兵

主要起草人：

朱恒忠（山东科技大学）：负责标准整体框架设计、整体方案及技术参数制定。

王印（山东科技大学）：负责柔性水泥毯封闭开式采空区方案设计及评价监测要求部分、参与规范性引用文件的梳理。

陈悟涛、毛利鑫、王宝（山东科技大学）：参与柔性水泥毯封闭开式采空区方案设计及评价监测要求部分。

贾维（山西方山金晖凯川煤业有限公司）、王彦军（山西银锋科技有限公司）、王波涛（中矿科创（山西）矿业科学研究院有限公司）：牵头负责封闭施工现场施工方案部分。

参与规范性引用文件的梳理。

高玉兵（中国矿业大学（北京））：牵头负责施工验收主要指标参数确定与维护方案部分

二、制定（修订）标准的必要性和意义

1.必要性

煤炭是我国的主体能源，是能源战略安全的稳压器和压舱石。近年来，随着无煤柱开采技术的大范围推广应用，切顶沿空留巷形成的开式采空区治理面临诸多问题，日益凸显。

开式采空区易漏风，有害气体涌出，空区遗煤有自燃隐患，因此需要“开式采空区”的快速封闭，且密封结构需承受矸石垮落过程中的动压冲击。目前行业内尚无针对柔性水泥毯这一材料在煤矿开式采空区封闭工程中的专项技术标准，亟需根据现场地质条件的特点，形成科学、实用、规范的技术应用规范，为特定工况下的快速封闭提供指导。

2.意义

（1）适应技术迫切需求，填补行业标准空白

当前无煤柱开采切顶沿空留巷技术得到广泛应用，但随之带来的开式采空区封闭与治理问题日益凸显，矿井对于开式采空区的封闭效果较低或未及时快速封闭，导致有害气体超标、漏风严重、遗煤自燃风险大。本技术规范通过明确柔性水泥毯这一材料的物理力学指标、施工流程及定量化验收标准，填补了煤矿切顶留巷开式采空区封闭领域的技术标准空白，为矿井安全管理提供了科学依据。

（2）明确定量化指标参数，提升施工质量

本技术规范针对“开式采空区”封闭的严密性、防水性、气密性等提出了设计要求。柔性水泥毯能有效减弱矸石垮落产生的动压冲击，避免封闭区域大面积变形。通过科学规范吊挂杆间距（0.6-1.5 m）、底部掏槽深度宽度（0.3-0.4 m；0.2-0.4 m）以及毯边搭接宽度（ ≥ 0.2 m）等核心参数，保证了封闭效果，大幅降低了采空区漏风率。该技术保障了工作面连续高产，降低了采空区气体外泄和遗煤自燃风险，契合国家矿山绿色、安全建设的重大战略需求。

（3）响应政策导向、促进行业标准规范化

近年来，国家频繁出台政策支持煤矿智能化与绿色化转型，强调矿山灾害源头治理的标准化。检索发现目前关于采空区封闭的标准中，缺乏针对切顶沿空留巷快速封闭这一特殊工况及要求下的专项规范。本技术规范的制定，严格遵守了《煤矿安全规程》与《煤矿防灭火细则》中关于采空区防灭火的相关规定和技术要求，标准涵盖了材料选型、方案设计、现场施工、监测评估及后期维护的全生命周期流程，实现了技术参数定量化和现场施工规范化，为推动无煤柱开采技术广泛应用起到重要作用。

三、主要起草过程

1.立项与计划（2026 年 5 月）

任务来源：根据中关村绿色矿山产业联盟团体标准管理办法，山东科技大学牵头成立标准起草组，召开首次会议，确定标准框架、技术路线及时间节点。明确技术规范编制目标与分工。

2026 年 3 月，提交了团体标准提案表；

2026 年 5 月，完成了立项评审。

2.资料收集与调研（2026 年 6 月）

文献研究：梳理了关于煤矿采空区灾害防治的相关标准（例如，AQ 1044-2007 矿井密闭防灭火技术规范、GB 51180-2016 煤矿采空区建（构）筑物地基处理技术规范等）、专利及论文，分析现有技术瓶颈。

实地调研：走访山西方山金晖凯川煤业有限公司、晋能控股煤业集团同忻煤矿、调研煤矿无煤柱开采沿空留巷开式采空区封闭的实际难点，收集采空区漏风

强度、水泥毯变形量及吊挂杆受力等核心监测数据。

专家咨询：邀请中国矿业大学、河南理工大学、太原理工大学等单位专家，召开技术研讨会，明确“柔性水泥毯封闭开式采空区技术”的核心参数需求。

3.标准起草与论证（2026 年 7 月）

初稿编写：基于调研结果，起草组完成《柔性水泥毯封闭开式采空区技术规范（初稿）》，涵盖术语定义、方案设计、现场施工、验收、监测、维护等章节。

现场验证：在山西方山金晖凯川煤业有限公司、晋能控股煤业集团同忻煤矿柔性水泥毯封闭开式采空区现场实践中进行了验证，证明了封闭方案的可行性、可操作性。

2026 年 7 月 2 日，经中绿盟组织专家评审，取得立项批复；

2026 年 7 月 23 日，正式提交标准初稿。

四、制定（修订）标准的原则和依据

1.制定（修订）原则

（1）科学性：本标准基于深入的科学研究，结合团队创新性成果，以理论分析和技术验证为基础，确保标准内容符合工程实际。标准的具体内容和核心参数经过了严格的科学论证和现场验证，确保了科学性。

（2）通用性：本标准要符合国家法律法规要求，符合行业相关标准要求，并且严格按照标准所依据的文件认真起草制订。

（3）实用性：突出可操作性和工程适用性，简化复杂流程，降低实施门槛。具体而言，标准紧密结合工程实际，制定了详细的施工方案、施工流程验收和封闭效果验收标准，不存在高难度操作，便于一线工作人员快速作业。

（4）先进性：本技术规范参考国内有关煤矿采空区防灭火规定、采空区建筑物地基处理规范、煤矿巷道锚杆支护的研究成果和实践经验，结合国内煤矿切顶沿空留巷开式采空区封闭的现状，在本团队创新性成果基础上，实现柔性水泥毯封闭开式采空区技术从无到有的跨越。

2.制定（修订）依据

（1）法律法规

依据《中华人民共和国安全生产法》《煤矿安全规程》《煤矿防灭火细则》等法规，响应国家矿山建设导向。

（2）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。

GB 47290 煤矿防灭火技术规范

GB 50086-2015 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范

GB 51180-2016 煤矿采空区建（构）筑物地基处理技术规范

GB/T 35056-2018 煤矿巷道锚杆支护技术规范

AQ 1044-2007 矿井密闭防灭火技术规范

（3）实践经验

总结国内外煤矿切顶沿空留巷开式采空区封闭的实践经验，特别是成功案例

和失败教训，为标准的制定提供了实证依据。

(4) 科研成果

借鉴最新的科研成果，确保了标准的先进性和创新性。参考科研成果如下：

1.朱恒忠,陈连军,杨宝忠,孟佑辉.一种切顶留巷采空区快速密封装置及监测方法.中国发明专利,专利号 ZL202110936397.5

2.朱恒忠,杨宝忠,孟佑辉,纪润清,吴灿华,吴昊.一种切顶留巷开式采空区临空侧刚柔并济快速密封装置.中国发明专利,专利号 ZL202122108658.2

3.朱恒忠,臧传伟,李耀晖,孟佑辉,刘大江,张学朋.一种切顶留巷碎石帮挡矸压力监测装置.中国发明专利,专利号 ZL202210538716.1

4.Zhu Hengzhong, Xu Lei, Wen Zhijie, et al. Ground response and failure mechanism of gob-side entry by roof cutting with hard main roof[J]. Journal of Central South University, 2024, 31(7): 2488-2512.

5.Zhu Hengzhong, Wen Zhijie, Xu Lei, et al. Key technology of gob-side entry retained by roof cutting without coal pillar for hard main roof: A typical case study[J]. Journal of Central South University, 2023, 30(12): 4097-4121.

(5) 专家意见

广泛征求行业专家、学者和技术人员的意见和建议，通过专家评审和论证，确保了标准的权威性和科学性。

五、与现行有关法律、法规和标准的关系

起草人通过文献调研发现无论是国内还是国际上都没有与柔性水泥毯封闭开式采空区相关的标准，因此本标准不存在与现行标准之间的矛盾关系。此外，本标准是针对煤矿切顶沿空留巷开式采空区和特定材料（柔性水泥毯）制定的专项标准，本次编制的标准其原则和依据来源于现行的法律和法规，因此只存在遵循和被遵循之间的关系。

六、标准主要内容说明

本标准针对柔性水泥毯封闭开式采空区，主要规定了设计方案、现场施工、监测要求、验收标准、后期维护等。

1.本标准基于团队创新性成果，结合现场实践论证，在归纳分析现场主要监测数据的基础上，结合巷道漏风情况、水泥毯与挂杆变形量，为改进监测指标数值与后期维护措施提供了理论依据。

2.本标准明确了柔性水泥毯封闭开式采空区的工程设计方案与施工流程，同时对施工过程中关键技术参数进行了定量化，在晋能控股煤业集团同忻煤矿、山西方山金晖凯川煤业进行现场试验，取得了良好的治理效果。这说明本标准制定的柔性水泥毯封闭关键技术参数是科学可行的，方便操作的。

3.查阅国内和国际相关文献，未发现与柔性水泥毯封闭开式采空区相关的标准，本标准乃行业首个标准。

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

查阅国内和国际相关文献，未发现与柔性水泥毯封闭开式采空区相关的标准。

《柔性水泥毯封闭开式采空区技术规范》乃行业首个标准，不存在与国际标准或国外先进标准之间的横纵向对比关系。

九、贯彻标准的措施建议

（1）加强标准宣传与培训

组织培训会议：邀请行业专家、从业人员参加标准解读与培训会议，确保相关人员全面理解标准的各项要求和技术细节。

制作宣传材料：编制标准宣传册、视频教程等，通过多种渠道广泛传播，提高标准的社会认知度和影响力。

技术措施落实：建议有关煤矿生产企业可针对柔性水泥毯封闭开式采空区工程实际，编写标准实施细则，并在实施中修订完善本文件。

（2）加强国际合作与交流

参与国际标准制定：积极参与国际标准化组织的相关活动，学习和借鉴国际先进经验和做法，推动我国无煤柱开采沿空留巷开式采空区封闭标准规范的国际化进程。

加强国际交流：与国际同行建立广泛的联系和合作，共同开展柔性水泥毯封闭开式采空区的研究与应用，提升我国在该领域的国际影响力。

十、其他应予说明的事项

无。