

碎软煤层井下长距离定点密闭取心技术研究

龙威成 孙四清 陈建

引用本文:

龙威成, 孙四清, 陈建. 碎软煤层井下长距离定点密闭取心技术研究[J]. 煤田地质与勘探, 2022, 50(8): 93–98.

LONG Weicheng, SUN Siqing, CHEN Jian. Study on long-distance fixed-point sealed coring technology in broken-soft coal seam[J]. *Coal Geology & Exploration*, 2022, 50(8): 93–98.

在线阅读 View online: <https://dx.doi.org/10.12363/issn.1001-1986.21.12.0882>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

煤层气含量测定用绳索密闭取心装置及技术研究

Research on wireline sealed coring equipment and technology for coalbed methane content determination

煤田地质与勘探. 2021, 49(3): 133–139 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1986.2021.03.017>

煤矿井下长钻孔煤层瓦斯含量精准测试技术及装置

Accurate test technology and device for coal seam gas content in long boreholes in underground coal mines

煤田地质与勘探. 2019, 47(4): 1–5 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1986.2019.04.001>

煤矿井下碎软煤层顺层钻完孔技术研究进展

Research progress of drilling and borehole completion technologies in broken soft coal seam in underground coal mine

煤田地质与勘探. 2021, 49(1): 285–296 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1986.2021.01.032>

碎软煤层空气泡沫复合定向钻进技术应用研究

Application of air foam composite directional drilling technology in broken soft coal seams

煤田地质与勘探. 2021, 49(5): 278–285 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1986.2021.05.032>

贵州青龙煤矿碎软煤层区域瓦斯递进式抽采技术

Progressive gas extraction technology in broken soft coal seam of Qinglong coal mine, Guizhou Province

煤田地质与勘探. 2020, 48(5): 48–52 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1986.2020.05.006>

韩城矿区碎软煤层顶板梳状孔水力压裂瓦斯抽采工程实践

Practice of gas drainage by hydraulic fracturing of roof pectination boreholes in broken soft coal seam in Hancheng mining area

煤田地质与勘探. 2018, 46(4): 17–21 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1986.2018.04.003>



移动阅读

龙威成, 孙四清, 陈建. 碎软煤层井下长距离定点密闭取心技术研究[J]. 煤田地质与勘探, 2022, 50(8): 93–98. doi: 10.12363/issn.1001-1986.21.12.0882

LONG Weicheng, SUN Siqing, CHEN Jian. Study on long-distance fixed-point sealed coring technology in broken-soft coal seam[J]. Coal Geology & Exploration, 2022, 50(8): 93–98. doi: 10.12363/issn.1001-1986.21.12.0882

碎软煤层井下长距离定点密闭取心技术研究

龙威成¹, 孙四清¹, 陈 建²

(1. 中煤科工集团西安研究院有限公司, 陕西 西安 710077;

2. 淮南矿业(集团)有限责任公司, 安徽 淮南 232001)

摘要: 随着矿井采掘、钻探等技术的快速发展和矿井提能增效的需求日增, 区域超前探测煤层瓦斯含量的需求越来越迫切。近年来研发的井下长钻孔高压水密闭取心瓦斯含量测定技术已应用于中硬煤层矿区, 效果显著, 但在碎软煤层中应用存在局限性。针对采用现有定向钻孔高压水密闭取心技术进行碎软煤层取心时, 存在煤心易冲散、孔壁易坍塌、喷孔、取心率低、安全风险大的问题, 并结合矿井钻取含原始水分煤样的需求, 提出采用“气体取心钻进+气体输送封堵球+高压水与气体联合密闭煤心”的双循环介质碎软煤层井下长距离定点密闭取心技术工艺, 研发了基于井下压风取样钻进的长距离干式密闭取心系统, 以压风代替压水用于钻孔排渣、取心钻头冷却和封堵球输送; 以风和水两种介质组合打压驱动密闭取心装置在孔内关闭。选取淮南矿区某矿同一区域的主采煤层进行试验, 碎软煤层井下长距离定点密闭取心瓦斯含量测值为 6.65~7.82 m³/t, 常规取心瓦斯含量测值为 5.11~6.45 m³/t。工程试验表明, 碎软煤层井下长距离定点密闭取心技术为碎软煤层井下长距离测定瓦斯含量提供了一种新途径, 实现碎软煤层井下精准定点、长距离瓦斯含量精确测定, 可解决碎软煤层井下大区域探测瓦斯赋存信息需求, 保障矿井安全高效生产。

关键词: 密闭取心; 定点取心; 碎软煤层; 瓦斯含量; 压风钻进

中图分类号: TD712 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1986(2022)08-0093-06

Study on long-distance fixed-point sealed coring technology in broken-soft coal seam

LONG Weicheng¹, SUN Siqing¹, CHEN Jian²

(1. Xi'an Research Institute Co. Ltd., China Coal Technology and Engineering Group Corp., Xi'an 710077, China;

2. Huainan Mining Industry (Group) Corp., Ltd., Huainan 232001, China)

Abstract: With the rapid development of mining, drilling and other technologies in the field of coal mine and the increasing demand for enhancing production and profit in the coal mine, the demand is increasingly urgent for detection of coal seam gas content in the initial stage. In recent years, the gas content measurement technology of underground long borehole high-pressure water sealed coring has been applied in the medium hard coal seam mining area with remarkable effects, but its application is limited in broken-soft coal seam. A number of issues are encountered that easy breakup of coal core sample, easy wall collapse of the bore hole, gas inrush from borehole, low success rate for coal sample coring, and large risk, when the existing coring technology through directional drilling and sealed high-pressure water is employed in the broken-soft coal seam. In order to solve the aforementioned issues and meet the demand of coal samples containing original moisture, a long-distance fixed-point closed coring technology process was proposed to use "gas coring drilling + gas conveying plugging ball + high-pressure water and gas combined sealing coal core" in the soft coal seam with double circulation medium. A long-distance dry closed coring system is proposed through downhole pressurized air sampling drilling, in which pressurized air is used instead of pressurized water for drilling slag discharge, core bit cooling and plugging ball transportation; air and water are combined to press. The sealed coring device in the hole is

收稿日期: 2021-10-15; 修回日期: 2022-04-07

基金项目: 天地科技股份有限公司科技创新创业资金专项项目(2020-TD-MS010)

第一作者: 龙威成, 1982 年生, 男, 广西博白人, 硕士, 副研究员, 从事煤矿瓦斯灾害预测与治理、煤层气测试及开发研究工作。

E-mail: 46069829@qq.com

closed through the drive from a combination of wind and water. The main coal seam in the same area of a mine in Huainan mining area is selected for testing. The gas content of long-distance fixed-point closed coring in broken-soft coal seam is measured as $6.65\sim 7.82\text{ m}^3/\text{t}$, while the gas content of conventional coring is measured as $5.11\sim 6.45\text{ m}^3/\text{t}$. It is found that the gas content of airtight coring samples is generally higher than that of conventional coring samples. The research shows that the long-distance fixed-point closed coring technology in the broken-soft coal seam provides a new way to accurately measure the gas content in the broken-soft coal seam over a long-distance, thereby meeting the information demand for the gas occurrence information in the broken-soft coal seam in large areas and ensuring safe and efficient production in mines.

Keywords: sealed coring; fixed-point sampling; broken-soft coal seam; gas content; pressurized air drilling

煤炭是我国的主体能源,根据 2019 年统计数据,煤炭在一次能源生产和消费结构中分别占 68.8% 和 57.7%^[1]。矿井瓦斯一直是煤炭开采的主要致灾因素之一,严重威胁矿井的安全生产,煤体破碎、瓦斯含量高、构造复杂等特征使得矿井瓦斯治理工作变得更加复杂^[2-3]。碎软煤层是指煤体结构和坚固性被破坏,破碎成碎片状、碎块状、碎粒状、粉末状、鳞片状,原有的天然裂隙网络系统被毁坏甚至消失,在我国分布广泛,约占我国煤炭资源总量的 60%^[4-5]。碎软煤层赋存层位多,普遍存在构造应力复杂、瓦斯压力高、煤体力学强度低、渗透性差等特点,钻进时存在易塌孔、喷孔、孔壁失稳,导致钻进困难、孔内事故频发、成孔深度浅、钻孔堵塞等问题^[6-7],且碎软煤体在变压环境中瓦斯逸散机理尚待深入研究^[8],碎软煤层瓦斯含量测定结果不准的问题已严重影响了煤矿区煤层瓦斯信息的超前大范围探测与评价。煤层保压/密闭取心技术较早是在石油及天然气水合物等领域提出^[9-10],中煤科工集团西安研究院针对煤炭与煤层气开采领域煤层赋存相对较浅、储层压力较低、取心要求不高的地质特征和现实需求,研发了煤矿井下长距离密闭取心技术及装置^[11-13],在晋城等中硬煤层矿区进行试验应用,结果表明,煤层长距离密闭取心技术减少了损失气量估算环节,有效提高深孔煤层瓦斯含量测试精度^[14-15]。近年来,岩(煤)层深地深孔密闭、保真取心已成相关领域的研究热点^[16-17]。针对碎软高瓦斯煤层井下钻孔取心遇水易发生喷孔、塌孔等现象导致难以成功取心的问题,结合矿井钻取干燥煤样的需求(测定煤岩层原始水分含量,如通过测定煤岩层水分变化来考察水力压裂影响范围等),开展碎软煤层井下长距离定点密闭取心技术及工艺研究,以期对碎软煤层井下瓦斯含量测定提

供技术支撑。

1 井下煤层长距离定点密闭取心装置

1.1 技术思路

煤层长距离密闭取心技术,是指在井下钻孔长距离取心时,利用密闭取心装置和配套的钻探设备钻取煤心,运用高压流体远程控制技术工艺实现密闭取心装置在孔底原位密封煤心,防止煤心在采样过程发生瓦斯逸散,解决瓦斯含量测定过程瓦斯损失量估算不准确的问题,从而提高井下长钻孔取心瓦斯含量测定准确度。基于此思路而研发的密闭取心装置和技术工艺是长距离取心测定瓦斯含量的关键。采取系列方法实现在孔外远程控制孔底的煤心原位密封,包括在密闭取心装置内筒收集煤样后,依托增压系统,经由钻杆内通道注入高压流体至密闭取心装置作为驱动力,迅速远程控制驱动密闭取心装置的两端阀门关闭,保证煤心在退钻、装罐、自然解吸全程被密闭,最大限度减少深孔取心过程的瓦斯逸散量,从而大幅提高煤层瓦斯含量测定准确度。

1.2 取心装置及配套设备

1) 取心装置

煤层密闭取心装置主要由取心外筒总成、压力推动总成、取心内筒总成和取心钻头等四大部分组成,其中,取心外筒总成包括上接头、轴承组和取心外筒;压力推动总成包括液压推动头、打压球座和推动筒;取心内筒总成由内筒筒体、解吸阀和剪切关闭球阀等组成,各部分连接如图 1 所示。经过多次升级改造,目前煤层密闭取心装置(含钻头)全长 1 300~1 500 mm,取心外筒最大直径有 100、93 和 89 mm 等多种规格,体积小、质量轻,适用于煤矿井下深孔密闭取心瓦斯

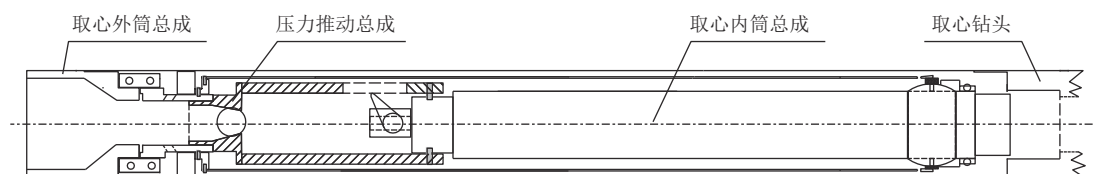


图 1 煤层密闭取心装置结构

Fig.1 Structural diagram of coal seam sealed coring device

含量测定;密闭取心钻头有 $\phi 98$ 、 $\phi 113$ 、 $\phi 120$ mm等多种规格,满足孔径98 mm及以上钻孔密闭取心需求,可钻取 $\phi 38$ mm煤心样品。

2) 配套装备

除煤层密闭取心装置外,井下长距离定点取心瓦斯含量测定,还需配套定向钻探装备(如ZDY6000LD、ZDY12000LD、ZDY15000LD型等),实现深孔钻探和钻孔轨迹精准控制等(如YHD3-1500型),以及实现深孔投球压力传递功能的、通孔直径不小于20 mm的取心钻杆,此外还需要配套瓦斯含量现场和实验室测定装备。定向钻机的选取,应在满足定向深孔密闭取心工程试验技术要求的前提下,结合试验现场施工条件和矿井现有钻探设备情况综合考虑。

2 碎软煤层井下长距离定点密闭取心技术工艺

煤矿井下煤层深孔定点密闭取心技术,既融合了定向钻孔轨迹实时测控和深孔钻进的优点,又体现了煤层密闭取心技术的保压、密封特性,从而提高井下煤层瓦斯含量测定的采样深度和瓦斯含量测定精度,实现井下深孔、定点、精准测定瓦斯含量的目的。

2.1 碎软煤层钻进取心存在的问题

碎软煤层具有煤体破碎、地应力较高、渗透性差等特点,现有的煤矿井下煤层深孔定点密闭取心技术不能满足碎软煤层区域探测瓦斯赋存信息的需求。定向钻孔密闭取心技术是采用高压水作为密闭取心装置的动力源,而水对于碎软高瓦斯煤层钻孔钻进过程易产生不良影响,主要表现在:(1)碎软煤层钻屑一般为小颗粒状、粉末状,遇水容易形成泥状,不利于排出孔外,造成钻孔堵塞;(2)碎软煤层区一般构造应力复杂、煤体力学强度低,钻孔遇水容易造成孔壁失稳坍塌,产生夹钻抱钻现象;(3)碎软煤层一般渗透性差、瓦斯压力高,煤体孔隙发育,水接触碎软煤体初期会产生暂时封堵瓦斯现象,抑制瓦斯解吸,但当煤体内部瓦斯积聚到一定压力时会造成碎软煤体连同高压瓦斯一起喷出,形成喷孔现象;(4)碎软煤层取心煤心易冲散,取心率较低。基于上述原因,碎软煤层井下密闭取心需要采取措施防止水进入密闭取心装置浸湿煤样,同时也要避免水对后续定向孔施工带来的不利影响。针对碎软煤层特点,提出“气体取心钻进+气体输送封堵球+高压水与气体联合密闭煤心”的双循环介质碎软煤层井下长距离定点密闭取心工艺及技术。

2.2 工艺流程

煤矿井下煤层深孔定点密闭取心,主要包括密闭取心钻孔设计与施工、煤心密闭采样等两个阶段。根据取心目的进行取心钻孔设计、取心孔口(套管)段和

无心定向孔段施工、煤心密闭采样、取心内筒及煤心检查等环节。

(1) 密闭取心钻孔设计与施工。取心钻孔设计前,如取心区域煤层赋存等状况不清,则需施工探查孔弄清煤层结构、展布等地质情况。

(2) 煤心密闭采样。该步骤主要包括密闭取心装置及钻具配置、密闭取心装置组装及输送、取心钻进、投球并泵送封堵球、泵注加压剪断并密闭煤心、装置回收及拆卸、取心内筒取出检查及现场解吸等环节。如发现取心内筒漏气、煤心质量不满足测试要求等状况,则需重新组装密闭取心装置,重复密闭取心步骤进行取心;取心内筒检查合格则可直连解吸仪进行现场解吸,并判断该测点是否为最终测点,如若不是,则送入钻具进行无心钻进至下一测点,或可直接密闭取心钻进,之后重复密闭取心步骤直至取心结束。

针对碎软煤层特点,提出“气体取心钻进+气体输送封堵球+高压水与气体联合密闭煤心”的双循环介质井下长距离定点密闭取心技术及工艺(图2)。取心钻进过程采用压风排渣和冷却钻头,确保钻取过程煤心保持干燥状态;投球打压阶段,基于井下压风取样钻进的长距离干式密闭取心系统(图3),首先采用压风将封堵球送入孔底密闭取心装置内,之后迅速切换为压水系统,高压水压缩钻杆系统内气体并驱动密闭取心装置,以风和水两种介质组合打压驱动密闭取心装置在孔内关闭,以避免高压水与煤心接触而导致煤样潮湿,同时避免钻孔煤体遇水发生喷孔、塌孔现象。

为确保钻取到干燥煤样并及时密闭,需要特别注意如下两点:

(1) 密闭取心装置输送至孔底后,取心钻进前,需要开启压风进行冲洗,一是为了排除在装置输送过程中取心内筒可能积存的钻孔壁岩(煤)层水,防止该煤心浸湿,二是为了排除钻孔内残留钻屑和水,以免产生钻孔堵塞,确保密闭取心过程孔内通畅。

(2) 压风和压水两种打压系统应同时操作切换,确保高压水进入钻杆内部空间时,钻杆内部气体保持正压力;压水系统打压时,密切注视高压泵压力表,当压力升至高点出现骤然下降时立即关停高压泵,泄压使得钻杆内的水逆流排出,防止高压水进入密闭取心装置。

2.3 密闭取心打压系统转换器

为避免钻孔取心过程中发生喷孔、塌孔等问题,碎软煤层井下长距离定点密闭取心技术使用了压风和压水两种打压系统,用于取心钻进和打压密闭煤心。为了迅速切换打压系统,并在切换打压系统时使得钻杆系统内压力保持,设计了碎软煤层密闭取心打压系统转换器,如图4所示。打压系统转换器主体为三通

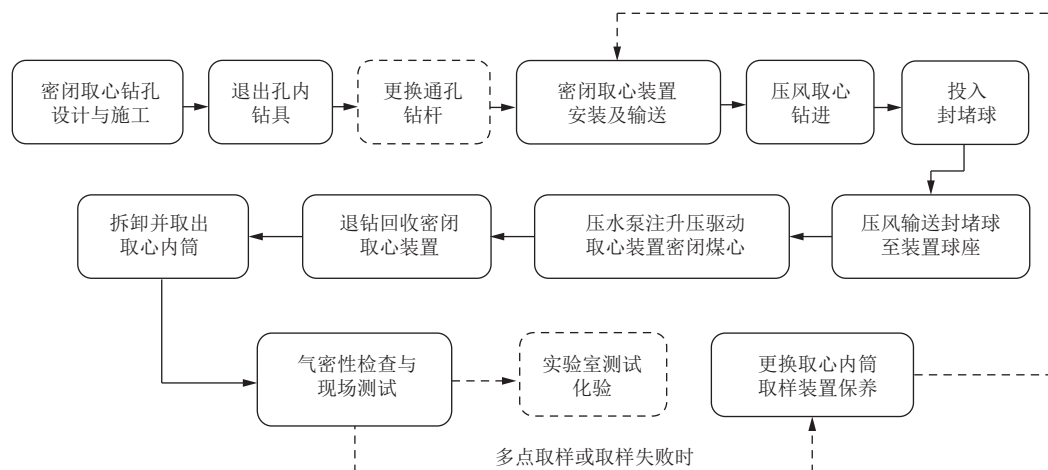


图 2 碎软煤层井下长距离定点密封取心工艺

Fig.2 Long distance fixed-point sealed coring technology in broken-soft coal seam

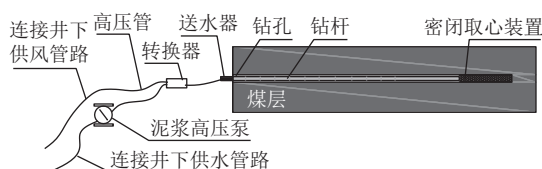


图 3 基于井下压风取样钻进的长距离干式密封取心系统

Fig.3 Long distance dry sealed coring system based on pressurized air sampling drilling

结构,分别设计 3 个阀门和 1 个投球口。取心过程中,将密封取心装置连接取样钻杆输送至孔底,钻杆尾部由高压管连接至转换器阀门 3,转换器一分支(阀门 1)连接井下压风系统或空压机,转换器二分支(阀门 2)连接钻机配套高压泵和井下压水管路。关闭压水系统阀门,打开压风系统阀门 1 和阀门 3,采用压风取样钻进,利用压风将钻头研磨破碎的碎渣排出孔外,并利用压风冷却取样钻头。密封取心内筒收集煤样后,关闭压风系统阀门 1 和阀门 3,拧掉转换器上的投球口堵头,将低密度封堵球投入投球口并拧紧堵头,然后打开压风系统阀门 1 和阀门 3,开启压风或空压机将封堵球送入孔内密封取样装置球座。迅速关闭转换器阀门 1,并打开阀门 2,切换至高压泵注水系统,持续压入清水直至高压驱动密封取样装置关闭,由于钻杆内存在压缩气体,高压水不会在取样内筒密封前进入内筒

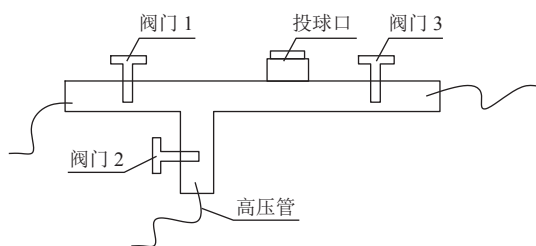


图 4 密封取心打压系统转换器结构

Fig.4 Structural diagram of pressure system converter for sealed coring

而浸湿煤样。

3 工程试验

3.1 试验区地质概况

试验矿井地层自老至新有石炭系太原组、二叠系山西组及石盒子组、第四系,其中石炭系太原组、二叠系山西组及石盒子组为含煤地层。试验目标煤层位于上石盒子组中下部,煤层厚度 1.30~8.41 m,平均 3.71 m,属厚煤层;煤层结构复杂,部分区域含有 2~5 层夹矸,夹矸多为泥岩或炭质泥岩;煤层顶板以砂质泥岩、泥岩为主,基本顶为砂岩,并见煤层冲刷现象;底板主要为泥岩、砂质泥岩。井田总体形态为褶曲构造,发育一纵贯全区的轴向东西转南东向的背斜,其间次级褶曲、断层发育,构造复杂程度中等。矿井生产期间井下实测目标煤层瓦斯含量 5.65~15.67 m³/t,瓦斯含量随着煤层埋深的增加而增大的总体趋势显著,且瓦斯含量和断层、煤层埋深都有一定关系;13-1 煤层坚固性系数 f 值为 0.45~0.92,平均 0.77,瓦斯放散初速度 Δp 为 9~15;在某断层下盘~800 m 高程实测 13-1 煤层瓦斯压力达到 6.93 MPa。

3.2 碎软煤层密封取心钻孔及采样设计

在试验矿井的西翼轨道大巷钻场设计布置 4 个穿层定向钻孔,钻孔编号分别为 HNX1、HNX2、HNX3 和 HNX4,钻孔初步设计方位角为 220°~245°,开孔倾角为 2°~5°,钻孔布置如图 5 所示。图 5 中灰色线条表示取心钻孔轨迹,钻孔轨迹是根据煤层倾角、起伏和煤厚预想剖面设计的,实际取心钻孔轨迹可根据钻遇地层情况调整。钻孔施工过程中,要求钻孔孔壁规则和光滑,严格控制轨迹,并尽可能减少因纠偏而导致的开分支孔情况,以防止密封取心装置无法准确、快速输送到位。由于施工巷道与目标煤层垂距较小,取心钻

孔设计为小角度穿层上仰孔,定向钻孔钻遇目标煤层后在煤层中延伸一定距离再进行密闭取心,设计每个回次取心进尺 1.5 m,4 个钻孔共计设计密闭取心样品 4 个。

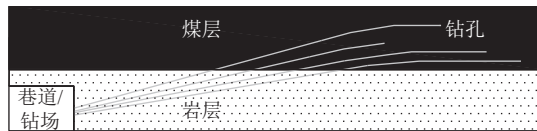


图 5 钻孔布置
Fig.5 Schematic diagram of borehole layout

3.3 密闭取心及瓦斯含量测定

由于井下取心测试钻场布置在岩巷中,钻孔在钻遇煤层前需要穿过岩层,岩层段采用水力钻进以便于提高钻进效率。当取心钻孔钻遇煤层即停钻,迅速切

换至压风系统,然后继续钻进一定距离,开启压风将孔内钻屑和积水排除干净,退出孔内所有钻具。安装密闭取心装置,并依次接续取心钻杆,输送至钻孔孔底,严格按照双循环介质碎软煤层井下长距离定点密闭取心工艺技术进行取样。由于钻孔均为上仰孔,为便于压风迅速输送封堵球进入密闭取心装置球座,试验过程中,在满足封堵球打压强度的前提下,采用低密度木质球代替高密度橡胶球作为封堵球使用。据此依次完成钻孔 HNX1、HNX2、HNX3 和 HNX4 的密闭取样。此外为验证密闭取样效果,采用常规取心方法进行对比取样(干燥煤样)。本次密闭取心样品均为钻孔钻取实体煤,煤心形状以小块状为主,部分样品为颗粒状(表 1),煤样干燥,质量满足井下煤层瓦斯含量测试要求。

表 1 井下煤层钻孔取样信息
Table 1 Borehole sampling of underground coal seam

样品编号	采样深度/m	取心方式	煤心描述
HNX1-1M	175~177	密闭	小块状,少量矸石
HNX1-1	173~175	常规	颗粒状
HNX2-2M	125~128	密闭	小块状
HNX2-2	123~125	常规	颗粒状
HNX3-1M	196~198	密闭	小块状,颗粒状
HNX3-1	194~196	常规	颗粒状
HNX4-1M	207~209	密闭	小块状,颗粒状

煤层密闭取心样品和常规取心样品在现场解吸后,再次检查取心内筒与瓦斯罐的密封完好后,送至实验室进行下一步分析化验。密闭取心样品瓦斯含量(解吸气量和残余气量)测试参照 GB/T 23250—2009《煤层瓦斯含量井下直接测定方法》执行。试验区域采集的煤层瓦斯含量样品测定结果显示,密闭取心瓦斯含量测值为 6.65~7.82 m³/t,常规取心瓦斯含量测值为 5.11~6.45 m³/t。总体上密闭取心样品瓦斯含量测值高于常规取心,主要原因是前者避免了煤心在孔底钻取后至装罐前的瓦斯逸散,规避了瓦斯损失量估算环节,使得煤样瓦斯含量测定的各部分气体量均为实测获得,提高了瓦斯含量测定结果准确度。

4 结论

a. 采用现有定向钻孔高压水保压密闭取心技术进行碎软煤层取心时,存在煤心易冲散、孔壁易坍塌、喷孔、取心率低、安全风险大等问题,结合矿井钻取干燥煤样的需求,提出采用“气体取心钻进+气体输送封堵球+高压水与气体联合密闭煤心”的双循环介质碎软煤层井下长距离定点密闭取心工艺技术,研发了基于

井下压风取样钻进的长距离干式密闭取心系统,以压风代替压水用于钻孔排渣、取心钻头冷却和封堵球输送;以风和水两种介质组合打压驱动密闭取心装置在孔内关闭。

b. 开发了密闭取心配套的打压系统转换器,选配密闭取心与定向钻探装备,开展碎软煤层典型矿井工程试验。布置了 4 个穿层定向孔进行长距离定点密闭取样及瓦斯含量测定,密闭取心瓦斯含量测值为 6.65~7.82 m³/t,常规取心瓦斯含量测值为 5.11~6.45 m³/t,总体上密闭取心样品瓦斯含量测值高于常规取心。

c. 碎软煤层井下长距离定点密闭取心技术,为碎软煤层井下深孔瓦斯含量测定提供了一种新途径,实现碎软煤层井下精准定点、长距离瓦斯含量精确测定,满足碎软高瓦斯煤层井下大区域探测瓦斯赋存信息需求,保障矿井安全高效生产。基于高压水与气体双循环介质联合密闭煤心的碎软煤层井下长距离定点密闭取心工艺,目前仅在上向孔中试验,对于下向孔可能仍存在无法钻取干燥煤样、高压水浸湿孔底煤体的情况。下一步需要研发基于中低压气体驱动的密闭取心技术

及装置,研究能够满足各种施工角度的碎软煤层井下长距离定点密闭取心工艺。

参考文献(References)

- [1] 袁亮. 深部采动响应与灾害防控研究进展[J]. 煤炭学报, 2021, 46(3): 716–725.
YUAN Liang. Research progress of mining response and disaster prevention and control in deep coal mines[J]. Journal of China Coal Society, 2021, 46(3): 716–725.
- [2] 袁亮. 我国深部煤与瓦斯共采战略思考[J]. 煤炭学报, 2016, 41(1): 1–6.
YUAN Liang. Strategic thinking of simultaneous exploitation of coal and gas in deep mining[J]. Journal of China Coal Society, 2016, 41(1): 1–6.
- [3] 谢和平, 周宏伟, 薛东杰, 等. 煤炭深部开采与极限开采深度的研究与思考[J]. 煤炭学报, 2012, 37(4): 535–542.
XIE Heping, ZHOU Hongwei, XUE Dongjie, et al. Research and consideration on deep coal mining and critical mining depth[J]. Journal of China Coal Society, 2012, 37(4): 535–542.
- [4] 许耀波, 朱玉双, 张培河. 紧邻碎软煤层的顶板岩层水平井开发煤层气技术[J]. 天然气工业, 2018, 38(9): 70–75.
XU Yaobo, ZHU Yushuang, ZHANG Peihe. Application of CBM horizontal well development technology in the roof strata close to broken-soft coal seams[J]. Natural Gas Industry, 2018, 38(9): 70–75.
- [5] 龙威成. 煤层瓦斯含量测定过程气成分差异研究[J]. 安全与环境学报, 2020, 20(3): 925–929.
LONG Weicheng. Trace and determination of the gas compositional difference in the coal seam gas content testing[J]. Journal of Safety and Environment, 2020, 20(3): 925–929.
- [6] 王力, 姚宁平, 姚亚峰, 等. 煤矿井下碎软煤层顺层钻完孔技术研究进展[J]. 煤田地质与勘探, 2021, 49(1): 285–296.
WANG Li, YAO Ningping, YAO Yafeng, et al. Research progress of drilling and borehole completion technologies in broken soft coal seam in underground coal mine[J]. Coal Geology & Exploration, 2021, 49(1): 285–296.
- [7] 刘建林, 方俊, 褚志伟, 等. 碎软煤层空气泡沫复合定向钻进技术应用研究[J]. 煤田地质与勘探, 2021, 49(5): 278–285.
LIU Jianlin, FANG Jun, CHU Zhiwei, et al. Application of air foam composite directional drilling technology in broken soft coal seams[J]. Coal Geology & Exploration, 2021, 49(5): 278–285.
- [8] 张群, 范章群. 煤层气损失气含量模拟试验及结果分析[J]. 煤炭学报, 2009, 34(12): 1649–1654.
ZHANG Qun, FAN Zhangqun. Simulation experiment and result analysis on lost gas content of coalbed methane[J]. Journal of China Coal Society, 2009, 34(12): 1649–1654.
- [9] SCHULTHEISS P J, FRANCIS T J G, HOLLAND M, et al. Pressure coring, logging and subsampling with the HYACINTH system[J]. Geological Society Special Publication, 2006, 267: 151–163.
- [10] 张洪君, 刘春来, 王晓舟, 等. 深层高压密闭取心技术在徐深12井的应用[J]. 石油钻采工艺, 2007, 29(4): 110–111.
ZHANG Hongjun, LIU Chunlai, WANG Xiaozhou, et al. Application of submerged pressure maintaining sealed coring techniques to well Xushen 12[J]. Oil Drilling & Production Technology, 2007, 29(4): 110–111.
- [11] 孙四清, 张群, 龙威成, 等. 煤矿井下长钻孔煤层瓦斯含量精准测试技术及装置[J]. 煤田地质与勘探, 2019, 47(4): 1–5.
SUN Siqing, ZHANG Qun, LONG Weicheng, et al. Accurate test technology and device for coal seam gas content in long boreholes in underground coal mines[J]. Coal Geology & Exploration, 2019, 47(4): 1–5.
- [12] 龙威成. 井下煤层长距离定点密闭取心技术及应用研究[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2022, 41(1): 9–16.
LONG Weicheng. Research of long distance fixed-point sealed coring technology and application in underground coal seam[J]. Journal of Henan Polytechnic University (Natural Science), 2022, 41(1): 9–16.
- [13] 冯强, 龙威成, 李振福, 等. 基于长距离密闭取心的煤巷条带瓦斯预抽效检研究[J]. 煤炭科学技术, 2021, 49(3): 106–111.
FENG Qiang, LONG Weicheng, LI Zhenfu, et al. Study on efficiency verification of strip in gas pre-drainage coal roadways based on long-distance sealed coring[J]. Coal Science and Technology, 2021, 49(3): 106–111.
- [14] 孙四清, 张群, 郑凯歌, 等. 地面井煤层气含量精准测试密闭取心技术及设备[J]. 煤炭学报, 2020, 45(7): 2523–2530.
SUN Siqing, ZHANG Qun, ZHENG Kaige, et al. Technology and equipment of sealed coring for accurate determination of coalbed gas content in ground well[J]. Journal of China Coal Society, 2020, 45(7): 2523–2530.
- [15] 芦伟, 龙威成, 康锴, 等. 中硬煤层井下长距离密闭取心瓦斯含量测定技术应用研究[J]. 煤炭技术, 2021, 40(12): 153–156.
LU Wei, LONG Weicheng, KANG Kai, et al. Application of gas content measurement technology for long-distance sealed coring in medium hard coal seam[J]. Coal Technology, 2021, 40(12): 153–156.
- [16] 贵宏伟, 李学臣, 郭艳飞, 等. 千米钻机超深钻孔定点密闭取心技术研究与应用[J]. 煤炭工程, 2018, 50(12): 54–57.
GUI Hongwei, LI Xuechen, GUO Yanfei, et al. Research and application of fixed-point closed sampling technology for super deep drilling in 1 000 m drilling machine[J]. Coal Engineering, 2018, 50(12): 54–57.
- [17] 谢和平, 高明忠, 张茹, 等. 深部岩石原位“五保”取芯构想与研究进展[J]. 岩石力学与工程学报, 2020, 39(5): 865–876.
XIE Heping, GAO Mingzhong, ZHANG Ru, et al. Study on concept and progress of in situ fidelity coring of deep rocks[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2020, 39(5): 865–876.

(责任编辑 范章群)