

煤炭煤层气含量测试技术研究与应用

李俊肖¹ 田生安²

1. 内蒙古煤炭地质勘查(集团)一五三有限公司 内蒙古 巴彦淖尔 015000

2. 内蒙古第二地质矿产勘查开发有限责任公司 内蒙古 巴彦淖尔 015000

摘要: 煤炭煤层气含量测试是煤炭资源评价与开发利用中的关键环节。通过精确测试煤层中气体含量,可为煤炭勘探、开发规划、安全生产及环境保护提供重要数据支持。关键技术涵盖直接测试、间接预测、实验室分析及智能化数据处理等方面。应用层面广泛,涉及勘探阶段资源评估、开发阶段产能预测、安全生产风险防控及环境保护策略制定。该技术的研究与应用对煤炭行业的可持续发展具有重要意义。

关键词: 煤炭煤层; 气含量测试技术; 应用

引言

煤炭煤层气作为煤炭资源的重要组成部分,其含量测试对于煤炭资源的综合评价与高效利用至关重要。本文旨在探讨煤炭煤层气含量测试的关键技术及其在实际应用中的价值。随着煤炭开采深度的增加和开采难度的加大,煤层气含量的准确测试已成为煤炭行业面临的重要课题。通过深入研究测试技术,可有效提升煤炭资源的利用效率,保障煤炭开采的安全与环保。

1 煤炭煤层气含量测试的重要性

煤炭煤层气含量测试在煤层气勘探、评价与开发利用过程中占据着至关重要的地位。煤层气,又称煤矿瓦斯,其含量是衡量煤层气资源潜力与可采性的核心指标之一。准确测试煤层气含量,不仅有助于确定煤层气资源量、地质储量及储量丰度,还能为后续的勘探开发方案提供科学依据。煤层气含量测试是煤样分析测试的重要组成部分,贯穿于取样、自然解吸、开罐描述及送样化验等多个环节。通过这一测试,可以获取煤层中单位质量所含的气体含量,这一数据对于评价煤层气勘探区块的有利性至关重要。煤层气含量与煤层的变质程度、宏观构造、微观裂隙、孔隙度、煤质以及煤中矿物组成等因素密切相关,这些因素共同影响着煤层气的赋存状态和开采潜力。在煤层气含量测试过程中,通常采用直接法和间接法两种方法。直接法通过现场钻井煤心和煤屑的实际测定来获取煤层气含量,而间接法则利用瓦斯涌出量、吸附等温线和测井解释曲线等方法进行推测。这两种方法各有优劣,具体选择需根据煤层地质条件、测试精度要求以及测试成本等因素综合考虑。煤层气含量测试还受到多种因素的影响,如煤层有效埋藏深度、储层温度、煤体结构和镜质组反射率等。这些因素在测试过程中需被严格控制和分析,以确保测试结果的准确

性和可靠性。煤炭煤层气含量测试在煤层气勘探与开发领域具有不可替代的重要性,它不仅关系到煤层气资源的准确评估,还直接影响到后续的开采策略和经济效益。加强煤层气含量测试技术的研究与应用,对于推动我国煤层气产业的健康发展具有重要意义。

2 煤炭煤层气含量测试的关键技术

2.1 直接测试技术

直接测试技术在煤炭煤层气含量测试中占据重要地位。其核心在于通过直接从煤层中采集煤样,并在特定条件下对煤样进行解吸、脱气等操作,从而精准获取煤层气含量数据。在实际操作时,通常利用钻孔设备深入煤层,采用特殊的取芯工具采集煤芯样本,确保样本在采集过程中尽可能减少外界干扰,最大程度保持煤层气的原始赋存状态。获取煤样后,迅速将其转移至密封且具备压力监测功能的解吸装置内。随着时间推移,煤层气会从煤样中逐渐解吸出,通过精确测量解吸出气体的体积、压力以及温度等参数,运用相应的气体状态方程和计算模型,便能准确计算出煤层气在煤样中的含量。这种直接测试技术的优势显著,其测试结果能够直观反映煤层气在煤层中的真实含量,为后续的煤层气开发规划、储量评估等工作提供最为可靠的数据支撑。它不受煤层地质条件复杂程度的过多影响,只要能够成功获取具有代表性的煤样,就能获得相对准确的煤层气含量信息,在煤炭开采与煤层气综合利用领域发挥着不可替代的关键作用^[1]。

2.2 间接预测技术

间接预测技术是基于对煤层地质特征、煤岩物理性质等多方面因素的综合分析,来推算煤层气含量的方法。煤层的埋藏深度、煤岩的渗透率、孔隙度、煤质特征等参数与煤层气含量之间存在着内在联系。通过地质

勘查手段,详细获取煤层的埋藏深度、构造形态等信息,因为埋藏深度直接影响煤层所承受的压力,进而影响煤层气的吸附与解吸平衡。利用地球物理测井技术,能够精确测定煤岩的电阻率、自然伽马等参数,这些参数可间接反映煤岩的孔隙度、渗透率等物理性质。结合煤样的工业分析、等温吸附实验数据,建立起煤层气含量与各项影响因素之间的数学模型。例如,运用多元线性回归分析方法,将煤层埋藏深度、孔隙度、镜质组反射率等作为自变量,煤层气含量作为因变量,构建出预测模型。在实际应用中,只需获取目标区域的相关地质参数,代入已建立的模型中,即可快速预测该区域的煤层气含量。间接预测技术的优势在于能够在较大范围内对煤层气含量进行初步估算,为煤层气勘探选区、资源评价等前期工作提供高效、经济的技术手段,弥补了直接测试技术在大面积勘探时成本高、效率低的不足,有助于快速圈定煤层气富集区域,指导后续勘探开发工作的有序开展。

2.3 实验室分析技术

实验室分析技术是深入探究煤炭煤层气含量的重要环节。在实验室环境下,对采集到的煤样进行多维度、精细化的分析。第一,进行煤样的工业分析,测定煤样中的水分、灰分、挥发分以及固定碳含量,这些参数反映了煤的基本性质,与煤层气的生成、储存密切相关。第二,开展煤岩学分析,利用显微镜观察煤岩的显微组分,确定镜质组、惰质组和壳质组的相对含量,不同的显微组分对煤层气的吸附能力存在差异。等温吸附实验是实验室分析的关键步骤,在一定温度条件下,向装有煤样的密封容器中逐渐注入不同压力的甲烷气体,测定煤样在不同压力下的吸附量,从而绘制出等温吸附曲线。通过对曲线的分析,获取Langmuir体积、Langmuir压力等关键参数,这些参数能够定量描述煤对煤层气的吸附特性。利用压汞法、低温氮吸附法等手段测定煤岩的孔隙结构参数,包括孔隙大小分布、比表面积等,进一步了解煤层气在煤岩孔隙中的储存空间特征。实验室分析技术能够为煤炭煤层气含量测试提供全面、深入的基础数据,从微观层面揭示煤层气的赋存机制,为煤层气含量的准确评估以及开发利用方案的制定提供坚实的理论依据^[2]。

2.4 数据分析与智能化技术

在煤炭煤层气含量测试领域,数据分析与智能化技术正发挥着越来越重要的作用。随着测试技术发展,大量煤层气含量及相关影响因素数据不断积累。数据挖掘算法可处理分析这些海量数据,挖掘隐藏规律与模式。

比如,聚类分析能把煤层气含量特征相似区域归类,助力识别不同煤层气富集类型;关联规则分析能挖掘煤层气含量与地质、煤质参数的潜在关联,优化间接预测模型。机器学习技术在煤层气含量预测优势显著。构建神经网络模型,用大量已知煤层气含量及对应影响因素数据训练优化,训练好的模型能依新数据快速、准确预测煤层气含量。智能化技术还体现在测试设备的自动化控制与远程监测上。传感器实时采集测试数据,无线传输至监控中心,实现远程监控管理。异常时系统能及时报警并自动调整测试参数。数据分析与智能化技术的应用,极大地提高了煤炭煤层气含量测试的效率和准确性,推动了煤层气勘探开发向智能化、精细化方向发展,为煤层气资源的高效开发利用提供了有力的技术保障。

3 煤炭煤层气含量测试技术的应用

3.1 勘探阶段应用

(1)在煤炭煤层气勘探初期,煤层气含量测试技术可有效识别潜在含气区域。通过对不同地质构造部位的煤层气含量测定,能判断出煤层气的富集规律。例如背斜构造顶部气体易逸散,煤层气含量低;而向斜构造轴部地层压力高,利于煤层气保存与富集,测试结果煤层气含量高。这些规律帮助勘探人员快速锁定高含气区域,提高勘探效率,减少勘探成本。(2)煤层气含量测试还能对勘探井位的优化提供关键依据。依据测试数据,可分析煤层气在平面上的分布变化。若某区域煤层气含量沿走向或倾向呈现明显的梯度变化,在部署勘探井时,便能将井位布置在煤层气含量高且具有开采潜力的地段。通过对不同深度煤层的气含量测试,可确定最佳的勘探开采层位,为后续的勘探开发工作奠定坚实基础。(3)对煤层气含量的精确测试有助于评估煤炭资源与煤层气资源的综合开发潜力。在一些地区,煤炭与煤层气资源存在共生关系,高含量的煤层气不仅影响煤炭开采安全,同时也是一种宝贵的能源资源。通过测试技术明确煤层气含量,可合理规划煤炭与煤层气的联合开采方案,实现资源的高效利用,提高勘探项目的整体经济效益。

3.2 开发阶段应用

(1)在煤层气开发过程中,煤层气含量测试技术用于监测气井的生产动态。定期对气井周边煤层的气含量进行测试,可了解煤层气的开采速率与剩余储量变化情况。当发现某一区域煤层气含量下降速度过快,可能意味着该区域的开采强度过大,需要调整开采参数,如降低采气速度,以保证煤层气的稳定产出,延长气井的使用寿命。(2)通过对比不同时间点的煤层气含量测试

结果,能够评估开采工艺的有效性。例如在采用水力压裂等增产措施后,再次测试煤层气含量,若含量明显增加,表明压裂措施改善了煤层的渗透性,提高了煤层气的解吸与运移能力,开采工艺取得了良好效果。反之,则需要进一步优化开采工艺,以提高煤层气的采收率。

(3)煤层气含量测试还可为开发方案的调整提供科学依据。随着开发进程的推进,煤层气的分布状态会发生变化。根据实时的含量测试数据,可适时调整气井的布局与开采方式。如在煤层气含量降低较快的区域加密布井,或对低产井采取针对性的增产措施,从而实现煤层气资源的高效开发,提高整个开发项目的经济效益与资源利用率^[3]。

3.3 安全生产应用

(1)在煤炭开采过程中,煤层气含量测试技术对于保障安全生产至关重要。准确测定煤层气含量可有效评估瓦斯突出风险。当煤层气含量超过一定阈值时,瓦斯突出的可能性显著增加。通过在采煤工作面及掘进巷道等关键位置进行煤层气含量测试,能及时发现潜在的瓦斯突出危险区域,提前采取防治措施,如加强通风、进行瓦斯预抽等,防止瓦斯突出事故的发生。(2)煤层气含量测试还用于监测矿井瓦斯浓度变化。在矿井生产过程中,随着煤炭的开采,煤层气会不断释放到矿井空间。通过实时测试煤层气含量,并结合通风系统的运行情况,可准确掌握矿井内瓦斯浓度的分布状况。一旦发现瓦斯浓度接近或超过安全限值,能够迅速采取措施,如加大通风量、停止作业等,确保矿井内作业人员的安全,保障煤矿安全生产的顺利进行。(3)在井下密闭区域或废弃巷道等特殊场所,煤层气含量测试可预防瓦斯积聚引发的爆炸事故。这些区域由于通风不畅,容易积聚煤层气。定期对其进行煤层气含量测试,能够及时发现瓦斯积聚隐患,采取相应的处理措施,如封闭、抽排等,消除潜在的爆炸危险,维护矿井的安全生产环境,避免因瓦斯事故造成人员伤亡和财产损失。

3.4 环境保护应用

(1)煤层气含量测试技术在环境保护方面可用于评估煤层气排放对大气环境的影响。通过对煤炭开采过程

中逸散的煤层气含量进行测试,能够准确计算出甲烷等温室气体的排放量。甲烷的温室效应远高于二氧化碳,大量煤层气排放到大气中会加剧全球气候变暖。基于测试数据,可制定合理的减排措施,如采用先进的抽采技术,提高煤层气的利用率,减少其向大气中的排放,从而降低对环境的负面影响。(2)在煤炭洗选等加工环节,煤层气含量测试有助于控制有害气体的产生。煤炭中吸附的煤层气在加工过程中可能会释放出来,其中部分气体含有硫化氢等有害成分。通过测试煤层气含量及成分,可提前采取净化处理措施,避免有害气体排放到环境中,减少对周边大气环境和居民健康的危害,保护生态环境质量。(3)对于煤炭开采后的废弃矿井,煤层气含量测试可评估其对周边地下水环境的潜在影响。废弃矿井中残留的煤层气可能会溶解于地下水中,改变地下水的化学性质。通过测试煤层气含量及相关化学指标,可监测地下水水质变化情况,及时发现并采取措施防止地下水污染,保护地下水资源,维护区域生态平衡与环境安全^[4]。

结语

综上所述,煤炭煤层气含量测试技术在煤炭资源勘探、开发、安全生产及环境保护等多个领域均发挥着至关重要的作用。通过综合运用直接测试、间接预测、实验室分析及智能化数据分析等关键技术,可以准确评估煤层气资源量,优化开采方案,确保生产安全,并促进环境保护与可持续发展。未来,随着技术的不断进步,煤炭煤层气含量测试技术将为煤炭行业的绿色发展提供更加坚实的支撑。

参考文献

- [1]乔冰.浅析煤层气含量测试技术及测试质量影响因素分析[J].中国化工贸易,2020,12(6):82,84.
- [2]杨宁波,刘度,崔聪,等.煤层瓦斯(煤层气)含量测试方法及其差异性[J].煤,2025,34(2):83-87.
- [3]陈国军,李军红,张文芊,等.深层中低煤阶储层煤层气含量测井计算方法[J].新疆地质,2024,42(3):385-391.
- [4]侯岩波.淮北煤田祁东煤矿煤层气含量与组分特征及影响因素分析[J].自然科学,2024,12(4):684-693.