

银星煤矿极近距离采空区下回采作业技术研究

马晓龙

宁夏银星煤业有限公司 宁夏 银川 750200

摘要: 本文以银星煤矿111303综采工作面为研究对象,针对极近距离采空区下回采作业的技术难题,通过理论分析、现场实践及数据监测,系统研究了回采过程中的矿压显现规律、顶板管理、瓦斯治理、防治水及安全技术措施。研究表明,通过科学合理的支护设计、严密的监测监控系统及全面的安全技术措施,可以确保极近距离采空区下回采作业的安全高效进行。

关键词: 银星煤矿;极近距离采空区;回采作业;矿压显现;顶板管理;瓦斯治理

1 引言

随着煤炭资源的持续开采,许多矿井逐渐面临在极近距离采空区下进行回采作业的挑战。银星煤矿111303综采工作面位于已回采的111201、111203和111205工作面采空区下方,层间距最大处9.0m,最小1.18m,属于典型的极近距离采空区下回采作业环境。本文旨在通过深入研究该条件下的回采作业关键技术,为类似地质条件下的煤矿安全生产提供科学依据和技术支持。

2 工程概况

2.1 工作面位置及地质条件

111303综采工作面位于银星一井13煤层,走向长度约1946m,倾向斜长约312m,设计采高2.30m。工作面井下位置东邻副斜井保护煤柱,西接十三煤原始未开采煤层,北为十三煤未开采煤层,南为111301工作面采空区。上部为111201、111203和111205工作面采空区。该区域地质构造复杂,断层发育,对回采作业带来较大挑战。

2.2 煤层及顶底板特征

13煤层呈现出黑色,条痕为褐黑色,光泽以弱沥青为主。煤厚平均2.28m,结构相对简单,属于大部分可采煤层。然而,其顶底板特征对回采作业有着重要影响。顶板主要为砂质泥岩,这种岩石的力学性质相对较弱,岩性变化较大。在回采过程中,顶板易破碎,尤其是在受到采动影响和矿压作用时,更容易发生离层、冒落等现象,从而威胁工作面的安全^[1]。底板则多为泥岩或细砂岩,泥岩底板具有吸水膨胀、易底鼓的特点,在回采过程中,底板承受着支架和设备的重量以及采动引起的附加应力,容易出现底鼓现象,影响巷道的正常使用和工作面的推进。细砂岩底板相对泥岩底板来说,强度稍高,但也可能存在裂隙发育等问题,在应力作用下可能发生变形和破坏。

3 矿压显现规律研究

3.1 矿压观测设计

为准确掌握回采过程中的矿压显现规律,在工作面精心布置了多个矿压观测站。采用先进的液压支架压力监测系统,该系统能够实时、准确地监测支架的工作阻力,为分析顶板压力变化提供可靠数据。同时,在工作面顶板安装顶板离层仪,通过测量顶板不同深度的离层量,直观反映顶板的变形和破坏情况。

111303综采工作面的矿压观测内容主要有:支架工作阻力观测、巷道围岩位移观测以及支护质量动态监测。根据观测结果对工作面顶板活动规律、来压特征,工作面支架受力特点,支架对顶板的适应性和控制效果,顶板、煤层稳定性,工作面支护质量等进行定期分析。

工作面每架支架安装1台电液控制器,对支架工作阻力(或支架初撑力)进行在线监测,经电缆传输至控制台。主控计算机对全工作面支架进行自动监测、记录。每月由采煤技术员对所收集数据进行分析处理及时掌握工作面初次放顶步距、周期来压步距等矿压参数。每月由采煤技术员将矿压数据分析处理结果形成矿压观测报告上报生产技术部^[2]。

除了回风巷、运输巷巷口各安装一部顶板离层仪外,111303工作面回风巷、胶带巷每隔50m布置一组巷道围岩位移观测站,每个观测站设置2个观测断面,观测方法采用:“十字布桩”法,每组“十字布桩”,断面间距不得大于两排锚杆距离。

顶板离层仪、“十字布桩”观测值一个观测周期累计下沉量大于100mm或单日下沉量大于30mm必须及时制定专措施进行处理,防止顶板脱层、漏顶或冒顶事故发生。

3.2 矿压显现特征

通过对现场观测数据的深入分析,发现工作面在回采过程中呈现出明显的矿压显现特征。初次来压步距约为6.2m,这是由于工作面推进到一定距离后,直接顶初

次垮落,导致上部基本顶开始弯曲下沉,当基本顶的弯曲变形达到一定程度时,发生断裂失稳,形成初次来压。初次来压时,支架工作阻力显著增大,顶板下沉量急剧增加,巷道变形加剧,给回采作业带来较大压力。周期来压步距约为51m,这是基本顶在初次来压后,随着工作面的继续推进,形成周期性的断裂失稳现象。周期来压期间,矿压显现规律与初次来压类似,但强度相对较弱。然而,靠近采空区一侧的矿压显现更为明显,这是由于上部采空区的存在改变了应力的传递和分布,使得该区域的顶板承受更大的压力,更容易发生变形和破坏。因此,在回采过程中,需要加强对靠近采空区一侧的顶板管理和支护^[3]。

4 顶板管理技术研究

4.1 支护设计

根据矿压观测结果和煤层顶底板特征,设计合理的支护参数。工作面采用ZY7200/13/28D型掩护式液压支架,初撑力不小于80%的额定工作阻力,确保支架接顶严实,支护状态良好。同时,在两巷采用锚网索联合支护,增强巷道整体稳定性。

4.2 顶板控制措施

初次放顶:由于上部采空区距13煤层间距最大处为9m,最小处为1.18m,工作面开始推进时,顶板随支架前移呈零碎式垮落,没有出现一次性大顶断裂产生冲击波现象,当工作面推进6.2m后,直接顶初次垮落。在回采过程中,加强矿压观测和顶板管理,及时调整支护参数,防止顶板大面积垮落引发事故。

周期来压:加强来压期间的矿压观测是关键。增加观测频率,实时掌握支架工作阻力、顶板下沉量等参数的变化情况。根据观测结果,及时调整支护参数,如增加支架的初撑力、加密支护等,确保支架与顶板紧密接触,防止顶板离层。同时,合理安排工作面的推进速度,避免在来压期间进行停产检修等作业,减少来压对工作面的影响。

特殊地段支护:在断层、破碎带等地质构造复杂地段,由于顶板破碎、稳定性差,需要采取加强支护措施。掘进时:当层间距小于5.5m时,两巷采用锚网+钢带+29U型棚联合支护,当层间距大于5.5m时,采用锚网+锚索+钢带联合支护。回采时:根据工作面十三煤与十二煤层间距,且为了减少职工的劳动强度,且确保两巷超前支护达到要求,根据现场实际情况变更两巷超前支护方式,当遇到断层、破碎带等地质构造复杂地段时,在影响范围进行加强补强支护。

5 瓦斯治理技术研究

5.1 瓦斯来源分析

工作面瓦斯主要来源于本煤层及邻近层,受采空区影响,上隅角瓦斯浓度较高。此外,地质构造带和断层附近瓦斯涌出量也可能增大,对瓦斯治理提出更高要求。

5.2 瓦斯治理措施

上隅角瓦斯治理:上隅角是工作面瓦斯容易积聚的区域,采用风帐引导风流等措施降低上隅角瓦斯浓度。风帐引导风流是通过设置风帐,改变工作面的风流方向,使新鲜风流能够更好地冲洗上隅角,带走瓦斯。同时,加强上隅角瓦斯监测,安装瓦斯传感器,实时监测瓦斯浓度,当瓦斯浓度超限时,及时采取措施进行处理。

通风系统优化:合理调整工作面通风系统是确保瓦斯不积聚的关键。根据工作面的实际情况,选择合适的通风方式,如“U”型通风、“Z”型通风等。确保工作面风量充足,风流稳定,能够及时稀释和排出瓦斯。定期检查通风设施和设备,如风门、风窗、局部通风机等,确保其正常运行。对通风系统进行优化设计,减少通风阻力,提高通风效率,为瓦斯治理提供良好的通风条件。

6 防治水技术研究

6.1 水文地质条件分析

工作面回采过程中,主要充水水源为大气降水、地下水和上部采空区积水。由于层间距较小,上部采空区积水易通过导水裂隙带涌入工作面,对回采作业构成威胁。

6.2 防治水措施

完善排水系统:在工作面和两巷布置完善的排水系统是防治水的基础。根据工作面的涌水量预测,合理选择排水设备和管路,确保排水能力满足要求。在工作面设置水仓和水泵,及时将工作面的积水排出。两巷设置排水沟,将水引至水仓。定期检查和维修排水设备,如水泵、电机、管路等,确保设备正常运行。清理水沟和沉淀池,防止堵塞,保证排水畅通。

加强水文地质观测:在工作面和两巷布置水文观测孔,定期观测水位和水质变化。通过安装水位传感器和自动记录仪,实时监测水位变化情况,及时掌握地下水的动态。对水质进行分析化验,了解水质的成分和变化规律,判断是否存在突水隐患^[4]。同时,加强对周边矿井的水文地质资料收集和分析,借鉴其防治水经验,为工作面的防治水工作提供参考。

探放水作业:在回采前进行探放水作业是预防突水事故的重要措施。采用钻探、物探等综合探测方法,查明上部采空区积水情况,包括积水的范围、水量、水位等。根据探测结果,制定针对性的探放水设计方案,确定探放水钻孔的位置、角度、深度等参数。在探放水过

程中,严格按照操作规程进行施工,设置专人观察水情变化,一旦发现异常情况,立即停止作业,采取应急措施。提前疏放积水,减少回采过程中的突水风险。

应急预案:制定详细的应急预案是应对突水事故的重要保障。明确突水事故发生时的撤人路线和救援措施,确保在事故发生时能够迅速、有序地组织人员撤离和救援。定期组织职工进行应急演练,提高职工的应急处置能力和自我保护意识。配备必要的应急救援设备和物资,如水泵、水管、救生衣等,确保在事故发生时能够及时投入使用,减少事故损失。

7 安全技术措施

7.1 顶板管理安全措施

顶板管理是保障工作面安全的关键。要严格执行“敲帮问顶”制度,每班开工前,班组长必须对工作面及两巷顶帮进行全面细致的安全检查,利用工具敲击顶帮,判断是否存在松动、离层等隐患,并及时处理,确保作业环境安全。同时,要加强液压支架的维护和管理。支架初撑力必须达标,保证支护状态良好,为顶板提供可靠支撑。要定期检查支架零部件和液压系统,查看是否有磨损、泄漏等情况,一旦发现损坏部件,需及时更换,防止因支架故障引发顶板事故。此外,严格控制采高也至关重要。避免留顶煤和底煤,可减少采空区遗煤量,降低煤炭自燃发火的风险,同时也有利于顶板的稳定管理。

7.2 瓦斯管理安全措施

瓦斯管理关乎矿井安全生产大局。要加强瓦斯监测监控,确保瓦斯传感器灵敏可靠,数据传输稳定,能够实时准确反映工作面及回风流中的瓦斯浓度。定期对瓦斯监测系统进行了调校和维护,保证监测数据的准确性,为瓦斯管理提供可靠依据。严格执行瓦斯检查制度,瓦斯检查员每班至少检查三次工作面及回风流中的瓦斯浓度。一旦发现瓦斯超限,必须立即停产撤人,迅速采取措施降低瓦斯浓度,防止瓦斯爆炸事故的发生。加强通风系统管理同样不可或缺。确保工作面风量充足,风流稳定,能够有效稀释和排出瓦斯。定期检查通风设施和设备,如风门、风窗、风机等,及时维修和更换损坏部件,保证通风系统的正常运行。

7.3 防治水安全措施

防治水工作要做到未雨绸缪。完善排水系统,确保

排水能力满足矿井最大涌水量的要求。定期清理水沟和沉淀池,防止杂物堵塞,保证排水畅通。加强水文地质观测和预报工作,及时掌握上部采空区积水情况,为防治水提供准确信息。制定针对性的防治水措施,根据不同地质条件和水文情况,采取相应的防范手段,确保回采安全。同时,对职工进行防治水知识培训,提高职工的安全意识和自救能力,在遇到水害时能够迅速采取正确的应对措施。

7.4 其他安全措施

加强设备检修和维护工作,确保设备正常运行。定期对采煤机、刮板输送机、液压支架等设备进行全面检查和维修,及时更换磨损部件。严格执行交接班制度和班前会制度,确保信息传递畅通无阻。班前会必须布置当班工作任务和安全防范措施,交接班时必须交清工作面存在的安全隐患和注意事项。加强职工安全教育培训,提高职工的安全意识和操作技能。定期组织安全知识培训和应急演练活动,提高职工的应急处置能力。

结语:

本文针对银星煤矿111303综采工作面在极近距离采空区下回采作业展开技术研究,得出重要结论:合理支护设计是顶板稳定关键,科学计算与现场调整支护参数可控制顶板下沉、降低矿压强度;有效瓦斯治理措施,如本煤层、邻近层瓦斯抽放及上隅角治理等综合应用,能降低瓦斯浓度;严密监测监控系统,借助矿压、瓦斯、防治水监测等手段,可及时发现处理隐患;全面安全技术措施,严格执行顶板、瓦斯、防治水等管理,能保障回采安全高效。

参考文献:

- [1]白心愿,高登彦,陈建华.浅埋极近距离采空区下巷道布置及支护研究[J].煤炭工程,2025,57(01):52-59.
- [2]石玉波.极近距离煤层采空区下切顶留巷围岩控制技术[J].能源与环保,2025,47(06):246-254+260.
- [3]张宏霄,岳鑫.极近距离煤层采空区下综采面覆岩应力分布及支架选型[J].能源技术与管理,2024,49(05):14-16+184.
- [4]郭瑞猛.极近距离煤层采空区下回采巷道支护技术探析[J].机械管理开发,2023,38(10):281-283.