

千米深井复杂地质条件综采对拉工艺研究实践

许楼家 牛超凡 朱宏瑞 齐慧忠

宁夏宝丰集团红四煤业有限公司 宁夏 银川 750001

摘要: 本文聚焦综采对拉工艺的应用,在千米深井大倾角复杂地质条件下如何实施,阐述了综采对拉工艺研究的项目背景、实施必要性、研究内容与方法、预期成果等。通过对该工艺的研究与实践,旨在解决工作面开采难题,提高生产效率,节约成本,并为同类条件下的煤矿开采提供借鉴。

关键词: 综采对拉工艺;复杂地质条件;防治水;顶板支护技术

1 引言

在煤炭资源开采过程中,复杂地质条件给采煤工作带来诸多挑战。国内采用对拉工艺开采的矿区多采用高档普采工艺,且工作面顶底板岩性好、埋藏浅、地质条件简单。红四煤矿HI0810工作面具有千米深井、大倾角、断层区等复杂地质特征,且煤层具有煤尘爆炸性、易自燃等特性,开采难度较大。为实现安全高效开采,开展综采对拉工艺研究具有重要的现实意义。

2 项目概况

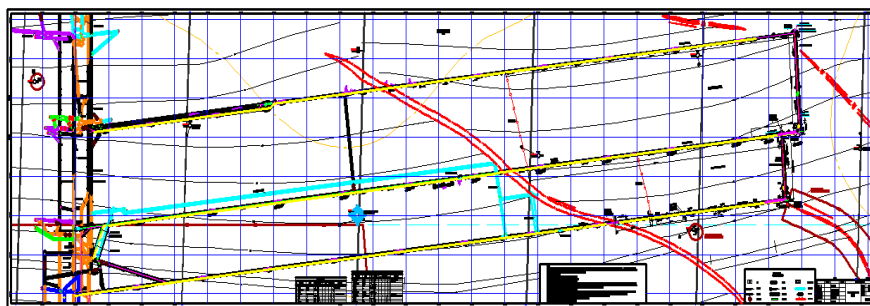
2.1 工作面地质条件

HI0810工作面开采8煤层,地面标高在+1176m~+1219m之间,工作面标高为+295m~+399.0m。煤层平均厚度2.3m,工作面开采期间正常涌水量75m³/h,原岩温度达38.27℃。8煤层具有煤尘爆炸性,自燃倾向性等级为I类,无发火史,煤及其顶底板无冲击倾向性。

HI0810工作面上巷、中巷、下巷在掘进过程中均揭露断层,通过在断层群内优化开采布局,减少不必要的巷道掘进,从而实现减少巷道掘进成本、减少煤炭资源浪费^[1]。

2.2 工作面巷道及系统布置

HI0810工作面共布置有3条顺槽,即HI0810工作面上巷、中巷和下巷,以中巷划分出HI0810工作面(上)和HI0810工作面(下)。通风系统采用“W”型(一进两回)方式,中巷进风,上巷和下巷回风。排水系统根据不同位置的积水情况,分别通过各巷的排水系统排出。运输系统分工明确,HI0810工作面上巷用于运料和设备回撤,HI0810工作面中巷承担设备安装、煤炭及材料运输等任务,HI0810工作面下巷主要用于材料运输,回采时(上)面煤炭下运,(下)面煤炭上运。



附图1: HI0810综采工作面布置图

3 研究内容及方法

3.1 研究内容

(1) 支护技术研究:研究HI0810工作面中巷受超前应力影响下的超前支护形式和支护强度,解决端头支护、挡矸支护以及端头错距区域应力集中的支护问题,防止矸石涌入工作空间。

(2) 综采对拉工艺研究:探索适合该工作面地质条件的综采对拉工艺参数与流程,优化采煤作业方式,提

高采煤效率。

(3) 综采设备的选择:针对综采对拉回采工艺的特点,结合工作面地质条件,选择合适的综采设备,确保三机配套使用,保证设备正常运行。

(4) 防治水研究:针对回采期间顶板淋水大的问题,研究有效的防治水措施,确保工作面无积水隐患,保障安全生产。

(5) 通风与防灭火管理研究:研究回采期间的通风

管理策略,优化通风系统,确保通风效果良好。同时,研究防灭火管理措施,预防煤层自燃,保障安全生产。

(6)安全避险“六大系统”研究:研究压风自救系统、供水施救系统、人员位置监测系统、通讯联络系统、监测监控系统、紧急避险系统的设置及使用,确保“六大系统”完好可靠,保证安全生产^[2]。

2)应用实践

(1)支护技术实施:在工作面回采前,超前HI0810工作面(下)5m~10m对HI0810工作面中巷进行切顶卸压,超前100m采用12.3m锚索加强顶板支护,且HI0810工作面中巷超前支护的“一梁三柱”距离不小于50m,并根据实测8煤超前影响距离优化支护参数。选用ZYT8000/17/36型支架作为端头支架,控制好HI0810工作面(上)与HI0810工作面(下)的切顶线距离。

HI0810工作面(上)与HI0810工作面(下)错茬段巷道下帮顶板支设单排戴帽点柱配合可伸缩36#U型钢支护,支柱距巷道下帮300mm,柱距400mm,与HI0810工作面中巷超前“一梁三柱”支护下帮支柱成一条直线打设。U型钢随HI0810工作面(下)支架拉移紧贴巷道下帮架设,拉移一次架设一架,间距0.8m,允许误差 ± 100 mm,可伸缩36#U型钢采用上下两节可缩性搭接,单根长1.7m,采用一副卡兰连接,卡兰沿两根U型钢搭接段中心卡紧,搭接长度大于0.5m,埋入底板深度不小于300mm。

当HI0810工作面(上)煤壁下三角区域顶板破碎、掉包时沿走向增加两根2.2m Π 型钢“一梁三柱”进行支护,柱距800mm, π 梁间距300mm,采煤机割至机头时拆除最后一根单体,使用支架护帮板挑住 Π 梁支护三角区顶板。顶板完整、无掉包时无需支设棚梁。

HI0810工作面(上)下端头切顶线采用单排密集支柱,密集支柱与支架顶梁和掩护梁铰接处平齐,柱距不大于0.5m,切顶线每两根密集支柱中间支设一根戗柱,随工作面推进逐步前移。

(2)采用综采对拉工艺回采:合理布置HI0810对拉工作面,按照设计要求安装配套设施,增大HI0810工作面(下)刮板输送机电机功率,采用上运的方式运煤,对HI0810工作面(下)刮板机机头与转载机的搭接及推移方式进行改造,选择合适的伪斜长度,控制HI0810工作面(下)刮板输送机的上窜下滑,确保对拉工艺顺利实施^[3]。

(3)综采设备的选择:HI0810工作面(上)安装采煤机一台,液压支架150架:其中ZY7200/14/32型基本架146架,ZYG7200/14/32型过渡架3架,ZYT8000/17/36

型端头架1架,一部SGZ800/1050型刮板输送机。HI0810工作面(下)安装采煤机一台,液压支架110架:ZY6800/14/32型基本架105架,ZYG6800/14/32型过渡架4架,ZYT8000/17/36型端头架1架,一部SZZ800/1050型刮板输送机,HI0810工作面中巷安装一部SZZ800/400型转载机,一部PLM2000型破碎机,两部DSJ120/150/2 $\times$ 250型带式输送机。乳化液泵站安设在HI0810工作面中巷回风道,选用3台BRW630/37.5型液压泵(两用一备),采用“一进一回”供液方式。乳化液泵站压力不低于30MPa,使用乳化液自动配比装置,乳化液配比浓度不低于3%。

(4)排水系统优化:利用未布置设备的HI0810工作面下巷安装排水设备,构建排水系统,将工作面及采空区的水引入下巷集中排出,避免积水淹没设备。HI0810上巷设计4个水仓,每个水仓配备2台排水泵,一用一备,主水泵排水能力不少于30m³/h,备用水泵的排水能力不少于主水泵的75%;HI0810工作面中巷设计5个水仓,HI0810工作面下巷设计7个水仓。

(5)通风与防灭火系统建设:①选用“W”型通风方式,HI0810工作面中巷进风,上巷及下巷回风。②安装注氮防灭火系统、工作面灌浆防灭火系统、束管激光监测系统,实时监测和预防火灾发生。

注氮管路系统:输氮管路系统由地面制氮站通过 $\phi 219$ mm $\times$ 10m输氮主管经阀门控制装置后变径接出一趟 $\phi 108$ mm的输氮管路,从HI0810工作面中巷接至HI0810工作面中巷端头。③灌浆防灭火系统:灌浆管路由各水平车场接至HI0810工作面上巷、HI0810工作面中巷,巷道内设置阀门,根据防灭火措施要求向工作面采空区进行灌浆。④束管监测系统:安装一套移动束管监测系统,通过将束管铺设至HI0810工作面隅角,用于HI0810综采工作面隅角、采空区及回风流气体分析。

(6)安全避险“六大系统”:①人员位置监测系统:矿井安装KD323精准定位系统,分站设置于人员集中地点,在HI0810工作面上巷、HI0810工作面中巷、HI0810工作面下巷各引入一趟人员定位基站,上巷、中巷安装读卡器5台、下巷安装读卡器4台,以便监测井下作业人员位置。②压风自救系统:在HI0810工作面上巷、中巷、下巷距HI0810工作面25m—40m范围内设置5组压风自救装置,必须满足工作面作业人员使用。巷道1000-1100m设置4组压风自救系统,巷中每间隔500m设置1组压风自救装置,依次向巷口方向进行排列。③供水施救系统:HI0810工作面上巷、中巷、下巷各引进一趟供水管,巷道开口口的供水管路均设有总阀门,中间设有分阀门,HI0810中巷分阀门间隔不得大于50m、HI0810上

巷、下巷分阀门间隔不得大于100m,引设至人行道侧并与供风阀门间距不大于20m。④通讯联络系统:矿井采用KT214型通信系统,在HI0810工作面各作业地点各安装一部语音电话;在HI0810工作面上巷、中巷、下巷1000m位置及距离煤壁50m范围内,各安装一部KTH178矿用本安型语音广播电话。⑤监测监控系统:矿井采用KJ66X型安全监测监控系统。在HI0810工作面中巷设立分站2台,在指定地点安设CH₄、CO、温度、粉尘、烟雾和风速传感器等监测设备,通过井下分站与地面调度信息指挥中心联络。在HI0810工作面、上端头、下端头及作业地点各安装一台视频摄像机,用以监测工作面安全生产情况。⑥紧急避险系统:在HI0810上巷、下巷、中巷1000m处,各设置一个紧急避险设施,设施配置有自救器补给站、应急广播、避灾路线指示牌等;另外矿井在+295m回风石门(一)进风侧设置永久避难硐室,该避难硐室保护范围为全矿井采掘工作面作业人员及附近零散作业、瓦检员、各级安全检查人员等^[4]。

4 对比分析

1) 技术分析

(1)根据断层区影响范围,结合综采对拉工艺要求,合理布置巷道,科学布置HI0810对拉工作面,通过共用一条运输巷的设计,减少了一条顺槽巷道掘进,合理设计通风、运输、供电系统及设备布置,全面辨识了重大风险并制定有效管控措施,确保安全生产。

(2)通过采空区“三带”划分测定、8煤自然发火标志气体临界值测定和最短发火期测定等技术手段,准确获取煤层自然发火相关参数,为预防性防灭火措施提供技术支撑。

(3)依据8煤超前影响范围和HI0810工作面布置情况,合理设计工作面超前支护、端头支护和错距区域支护方案。

(4)HI0810对拉工作面布置,HI0810工作面(上)的老空水从HI0810工作面(下)的采空区流至HI0810工作面下巷集中抽排,可避免HI0810工作面中巷转载机和工作面刮板输送机搭接处被水淹没,影响生产。

2) 经济分析

(1)将DF13断层以北HI0810工作面布置成对拉工作面,HI0810运输顺槽作为对拉工作面中巷使用,HI0810工作面中巷进风及集中运输煤炭,少铺设一套运输系统,设备利用率高。

(2)布置对拉工作面少掘进1条回风顺槽1050m,节

省支护材料费用约168万元,节省人工成本617.5万元,多回收保护煤柱资源约558.6万元;若与HI0810运输顺槽沿空留巷的方案比较,不沿空留巷835m,节省支护成本约843万元,节省人工成本约307.7万元。

5 创新点

1) 回采工艺创新

结合工作面地质条件,探索出适合千米深井大倾角复杂地质条件的综采对拉工艺,提高回采效率和资源回收率。

2) 支护创新

在端头支护及错距区域支护方面采用新型支护方式,通过U型棚腿及密集支护有效解决了应力集中和矸石涌入行人通道的问题,保障了工作面顶板安全。

3) “一通三防”专项设计

针对工作面通风、防瓦斯、防尘和防灭火的特点,进行专项设计,采用“一进两回”的通风方式,确保通风系统合理,防尘及防火措施有效,保障安全生产。

4) “防治水”专项设计

制定专门的防治水方案,通过在HI0810工作面下巷施工水仓,优化排水系统,解决了巷道积水问题,为采煤作业创造良好条件。

6 结论

红四煤矿千米深井大倾角复杂地质条件下综采对拉工作面的安全开采具有重要的现实意义,通过综采对拉工艺实施,有望解决工作面开采过程中的诸多难题,实现安全高效生产,并取得显著的经济和社会效益。同时,综采对拉工艺的研究成果将为同类条件下的煤矿开采提供宝贵的经验和参考,推动煤炭行业的技术进步。在综采对拉工艺实施过程中,需严格按照研究方案执行,加强组织管理和技术保障,确保综采对拉工艺安全顺利实施。

参考文献

- [1]李鑫.关于复杂地质条件下的煤矿掘进支护技术及其运用探讨[J].内蒙古煤炭经济,2024(21):178-180.
- [2]王小勇,王照明.较复杂地质条件下煤矿快速掘锚并行工艺应用研究[J].智能矿山,2022,3(12):66-71.
- [3]柴韶华.复杂地质条件下采空区老空水远距离探放技术[J].煤,2023,32(4):100-101.
- [4]陈永富.基于工作面超前注浆技术的围岩稳定性控制研究[J].煤炭技术,2025,44(03):53-57.