

井巷工程冒顶事故综合处理技术

李赞云*

河南国控建设集团 河南 郑州 450000

摘要: 本文阐述了煤矿建设中处理冒顶的处理方法及冒顶事故发生的各种因素,为煤矿建设中预防和处理该类事故提供借鉴之处。我国学者近几年一直在降低冒顶事故的发生率,通过现场实测,分析实验室建模,研究产生机理,分析了巷道的支护原则及特点,优化了光面爆破以及掘进工艺,最终制定了支护方案并确定了合理的支护参数。经实验得出,制定的处理冒顶及预防技术,可以有效并可靠的消除冒顶的隐患问题。

关键词: 阶段性冒落;冒空区;止浆墙;支护滞后

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5189-0310-46>

1 工程施工概况

李粮店煤矿井底主排水泵房井下设计位置在副井井筒南侧,设计长度98.5m,东西方向布置,泵房主体方位角90°,硐室中距副井中35.3m。泵房主体设计直墙半圆拱断面,净宽5600mm净高6600mm,采用一次锚网喷+二次钢筋砼联合支护。泵房主体工程自2011年9月份下旬自泵房西通道向东进行施工,11月下旬完成泵房主体工程的掘进和一次锚网喷支护施工,实现与泵房东通道、变电所的贯通。2011年12月3日在施工第二个配水壁龛时井下泵房主体出现大面积冒顶,冒顶区沿泵房主体呈纵向冒落,经现场初步测量冒顶范围主要为泵房主体由西向东55m~85m段,冒落区沿泵房主体掘进方向呈纵向冒落,冒落岩层以砂质泥岩为主,平均长度30m,宽度6.8m,平均冒落厚度10m左右。

2 冒顶区工程地质及水文地质

冒落段顶板主要L8灰岩、L9灰岩及其顶底板砂质泥岩,L8平均厚度在3.0m,L9灰岩厚度在1.3m左右,砂质泥岩中发育有煤线及薄煤层,发育有滑面,岩层较为破碎,整体岩层强度较低;巷顶冒落区无明显出水迹象。由于砂质泥岩中发育有煤线及薄煤层,瓦斯浓度在0.1%—0.6%之间。

3 冒顶区处理施工方案

根据冒顶区冒落情况,经矿方、施工单位、监理单位等专家共同研究,施工方案采取三个阶段进行施工:对泵房主体冒顶区外围架设36U型钢棚,棚后铺设锚网和采用方木背实,架设完毕后,将钢棚喷浆封闭,防止冒顶区在巷道施工方向上进一步垮落,为进入冒顶区进行下一步施工创造安全条件。对冒顶区进行喷浆封闭,砌筑止浆墙,进行冒顶区注浆加固,冒顶区注浆加固施工的同时由泵房两侧由内向外进行混凝土浇筑永久支护施工。注浆结束后,对冒顶区进行短掘短砌施工。

4 施工工艺

4.1 冒顶区外围架棚施工

(1)由泵房东、西两头顶板稳定的工程段按照先外后内的施工顺序向中间冒顶区同时进行架设36U型钢棚,棚间距600mm。人员将棚子柱窝挖出,将开口第1—5架棚采取先腿后梁的作业顺序按照中腰线找正架好,上下打两层锚杆固定牢固。(2)第1—5架架棚安装固定完毕后,以铺设网片,安装4根前探梁(前探梁使用I20工字钢,每根12m),背上方木接顶严实。最后将前5架钢棚喷浆封闭。(3)向前架棚按此顺序随架随喷,逐棚进行,正常段棚距600mm,前探梁随架棚施工提前安装到位,保持不低于3m的超前保护距,直至安全施工至冒顶区。

4.2 冒顶区注浆加固

(1)架棚至冒顶区停止架棚施工,对硐室内已冒落堆积的虚矸进行初次喷浆封闭,喷浆厚度100-200mm,然后在适当位置码放砂袋接顶,同时预埋注浆钢管15根,单根长度5—15m,最后在砂袋外表分次喷浆1500mm厚度封闭、加

*通讯作者:李赞云,男,汉族,1972.8.13,河南新乡,大专,中级工程师。研究方向:煤矿山矿建技术研究。

固,作为止浆墙。(2)采用双液浆对硐室内堆积的虚矸进行加固,选用2台2TGZ-60/210注浆泵在东、西两工作面同时施注,浆液水灰比采用1:1.5高浓度水泥+水玻璃双液浆,以快速达到充填效果,浆液通过提前预埋的1寸钢管与注浆泵连接进行输送。注浆充填的效果以冒顶区碎矸顶部预埋的观测孔(兼注浆孔)进行观测和验证。(3)下部虚矸充填完毕后,开始使用单液水泥浆充填拱部冒空区及冒空区以外约5m范围内的围岩,浆液浓度1:1—1:0.5,浆液通过提前预埋的1寸钢管输送。拱部冒空区注浆效果通过拱部冒空区顶部预埋的观测孔(兼注浆孔)进行观测和验证,冒空区以外围岩注浆效果效果检验以注浆终压达到2Mpa为结束标准。(4)注浆完毕后,从东、西两工作面同时对冒落区以外的硐室主体进行二次钢筋混凝土浇筑。在后巷永久支护的同时,对冒顶区域再次钻探进行注浆效果检查,若注浆未达到预想效果,必须进行二次步注浆充填。

4.3 冒顶区掘砌施工

(1)经检查注浆充填密实可靠,可进行冒顶区施工。冒顶区施工采用管棚超前支护。管棚使用 $\Phi 40 \times 2500$ mm钢管,沿拱部半圆外100mm布置,间距300mm,造孔选用YT-28钻机配直径42mm钻头钻进,钢管采用撞击法打入2.4m,每三棚进行一次管棚超前支护。(2)每架够3架U型棚使用长锚索将棚与冒落区上方原岩体锚固一体,锚索 $\Phi 15.24 \times 12000$ mm,间排距1.2 \times 2.0m,拱部每排布置3根锚索,锚索托盘使用长1.5m [20a槽钢,将3架棚连成整体。锚索注入大占砂岩中不低于2m,必要时加长锚索。(3)管棚施工完毕后开始人工风镐短掘短支施工冒顶区,工作面第一次掘进时前探梁悬挂于硐室拱部混凝土内锚固的挂钩内,向前掘进前探梁悬挂于钢棚下方。每掘进进尺0.6m后及时架36U型棚及网片支护,棚后铺 $\Phi 6.5$ 钢筋网片,网间拱接100mm,12#铁丝网网间距300mm。(4)每次掘进0.6m,掘够尺寸后立即架设36U型棚支护,并将U型棚拱部采用长锚索支护至冒顶外的大占砂岩中2m以上。

5 方案经济技术指标

冒顶区外围架棚施工采用三八制作业,两个工作面每小班架棚六架,棚间距0.6m,日架棚进度10.8m。冒顶区注浆加固,采用三八制作业。实测泵房冒顶区断面 39m^2 ,冒落长度30m,冒落虚矸为 $39 \times 30 = 1170\text{m}^3$ 。拱部冒落体积为 $1170/1.5 = 780\text{m}^3$ 。拱部冒落区外浆液扩散半径按5m考虑,则冒落区外可注岩体 4700m^3 。

a注浆量计算:30m硐室内虚矸充填双液浆量 $Q_1: 1170 \times 0.3 \times 1.5 = 527\text{m}^3$;拱顶冒落空顶区充填单浆液量 $Q_2: 780 \times 1.5 = 1170\text{m}^3$;拱顶冒落空顶区外加固岩体浆液量 $Q_3 = [\lambda (\lambda \eta \beta)]/m$,计算结果: $Q_3 = 212\text{m}^3$ 。式中: Q :注浆量 m^3 , λ :浆液损失系数,1.5, m :结石率,0.85, η :岩石裂隙率3%, β :浆液在裂隙内的有效扩散充填系数0.85。合计注浆量:单液浆 $Q_2+Q_3 = 1170+212 = 1382\text{m}^3$;双液浆 $Q = 527\text{m}^3$;按水灰比1:1计算,配制 1m^3 浆液需水泥750Kg,则共需水泥约1431.7吨,水玻璃 $527 \times 600 = 316.2\text{T}$ 。止浆墙喷射C20混凝土量:145 m^3 。

b工期预计:架棚:日进度10.8m,预计工期5天;止浆墙施工:3d;注浆工期:2TGZ-60/210型注浆泵最大吸浆量60L/min,计算注浆量 1924m^3 ,注浆工期 $= (1924 \div 0.06 \times 60 \div 24) / 0.8 = 35\text{d}$ 。后巷未冒落区硐室主体混凝土浇筑工期:1.5月;冒落区掘进及浇筑:45天;拆模等其他工序7d。合计:140d。

6 方案实施效果

冒顶区外围架棚实际施工4天;止浆墙及注浆共32天,经检验顶板冒空区充填密实,期间共注入水泥1645T,水玻璃343T;后巷未冒落区主体混凝土浇筑42天;恢复掘进后日进尺2.5m,12天完成掘砌和架棚;混凝土浇筑日进尺3.6m,9天完成混凝土浇筑^[1];拆模及其他清理工作5天。实际冒顶区处理总工期62天。

7 事故分析及总结

事故发生及冒顶处理期间,施工单位、建设单位、监理单位等各专业人士对此次事故进行了深刻分析,经分析本次冒顶事故原因如下:(1)井底泵房设计垂深大(垂深766.3m),地压大。(2)泵房段以砂质泥岩为主,砂质泥岩见风、水后易风化,顶帮岩层较为破碎,砂质泥岩顶部及中下部发育有煤线及薄煤层,发育有滑面岩层,本身强度较低;泵房施工范围内小构造发育,受构造影响,岩层裂隙发育,倾角变化较大,岩层原生构造破坏严重,顶帮岩层整体强度低,再加上顶板灰岩局部含水,岩层整体稳定性较差^[2]。(3)泵房北距副井车场连接处不足30m,南距车场⑤~⑥段仅31m,东端有泵房通道及中央变电所,西端有二号、三号交岔点及泵房通道。泵房主体附近硐室群、交岔

点集中,且泵房本身附属硐室较多,矿压相对集中。(4)泵房附近巷道、硐室基本与泵房同期施工,相互之间受爆破扰动频繁,兼泵房本身断面大、附属硐室多,施工时需要分层、分部位进行,尤其是泵房内壁龛爆破施工和相邻的变电所爆破施工对泵房顶板岩层扰动性极大,造成泵房顶板岩石裂隙逐步加大。(5)泵房由于设计断面大,附属硐室多,施工工序复杂,难以实现正规掘砌循环施工;由于泵房及其附属工程工程量且需同步完成永久支护施工,施工时间长,造成泵房永久支护滞后,岩层裂隙离层逐步增大^[3]。

8 结束语

该矿巷道掘进时,针对工作面发生冒顶的情况,进行了大量实验操作,得到新的支护参数,投入到实际生产中,采取了新的方案和措施以后,在坍塌事故发生之前,利用顶板的预先支护措施,可以促进成巷速度,有效的减少维护巷道的成本。经验证,本文的措施可以真实有效的降低冒顶事故,减少顶板破碎,加强矿井安全,实现高效生产。

参考文献:

- [1]张晓军.大采高工作面松软煤层片帮、冒顶治理措施应用研究[J].山东煤炭科技,2020(10):22-24.
- [2]杨鹏.松软煤层大采高综采工作面片帮冒顶控制技术[J].煤炭与化工,2018(09):14-16.
- [3]何文飞.大倾角复杂煤层综采工作面片帮冒顶防治技术的探讨[J].湖南安全与防灾,2019(08):13-15.