

干河煤矿清理斜巷 K2 灰岩高压含水层预注浆施工技术

申见红¹, 王海军², 杨慧明³, 曹玉亮²

(1. 霍州煤电集团有限责任公司, 山西 霍州 031412; 2. 煤炭科学研究总院西安研究院, 陕西 西安 710054; 3. 中煤六十三处, 河北 邯郸 056001)

摘要:霍州煤电集团有限责任公司干河煤矿主井清理斜巷需穿越 K2 灰岩含水层, 其含水层带压达 5 MPa, 水文地质条件复杂。主要介绍了对高压含水层的注浆堵水工艺, 为巷道的安全掘进、防止巷道突水提供了可行的借鉴经验。

关键词: K2 灰岩; 斜巷; 高压含水层; 预注浆

中图分类号: TD743 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2008)10-0071-02

Pre-grouting Technology in High-pressure Water-bearing Stratum of K2 Calcareous Rock in Cleaning Slanting Lane of Ganhe Coal Mine / SHEN Jian-hong¹, WANG Hao-jun², YANG Hui-ming³, CAO Yu-liang² (1. Huozhou Coal-fired Station Co. Ltd, Huozhou Shanxi 031412, China; 2. Xi'an Branch of China Coal Research Institute, Xi'an Shanxi 710054, China; 3. China Coal First Construction Company No. 63 Engineering Division, Handan Hebei 056001, China)

Abstract: The slanting lane for cleaning up the main shaft of Huozhou coal electricity group Limited company was planned to pass through the water-bearing stratum of K2 calcareous rock, where the hydrogeological conditions is complicated and its water-bearing stratum belt pressure reaches 5 MPa. To avoid water bursting, this paper introduces the technology of grouting in high-pressure water-bearing stratum, which provides feasible experience for tunneling security.

Key words: K2 calcareous rock; slanting lane; high-pressure water-bearing stratum; pre-grouting

1 工程概况

霍州煤电集团有限责任公司干河煤矿为立井开拓的矿井, 设计生产能力 210 万 t/年, 主井清理斜巷为一条 25°下山的巷道, 斜长 240 m, 高差 100 m, 开口位置位于 +80 m 运输大巷, 斜巷依次要穿过山西组及太原组地层, 其地质条件较为复杂, 尤其要穿过静水压力达 5 MPa、厚达 10 m 的 K2 灰岩含水层。根据相关地质资料, 其含水层涌水量约为 200 m³/h。为确保巷道掘进安全, 防止巷道突水, 在巷道穿越前必须对 K2 灰岩含水层进行预注浆处理。

2 地质及水文地质条件

2.1 地层

根据立井井筒实际揭露及地质钻孔勘探情况显示, 清理斜巷要穿过的地层为二叠系下统山西组、石炭系上统太原组地层, 地层特征如下:

(1) 山西组(P_{1s})地层: 本组地层自 K7 砂岩底部至 K8 砂岩底部, 与太原组地层整合接触, 平均厚度 40.2 m, 岩性以深灰色泥岩、粉砂岩和灰白色细~中粒砂岩为主;

(2) 太原组(C_{3t})地层: 本组地层自 K1 砂岩底

至 K7 砂岩底, 平均厚度 88 m, 岩性主要以灰黑色泥岩、粉砂岩、煤层及石灰岩为主。

2.2 水文地质

清理斜巷要穿过的含水层有 2 层:

(1) K3 灰岩含水层, 厚度约 1.5 m, 为弱含水层, 突水危险性较小;

(2) K2 灰岩含水层, 厚度约 10 m, 为富水性较强的含水层, 水位标高 517 m, 静水压力 5 MPa, 突水危险性较大。

3 施工方案

根据立井井筒实际揭露及地质钻孔勘探情况, 为保证顺利穿越 K2 灰岩含水层, 并保证巷道涌水量 < 10 m³/h, 决定对工作面进行预注浆。

3.1 预留防水岩柱

为防止掘进至 K2 灰岩含水层附近巷道底板发生突水, 按照原煤炭部《矿井水文地质规程》公式预留防水岩柱:

$$t = L(\sqrt{\gamma^2 L^2 + 8K_p H} - \gamma L) / 4K_p$$

式中: t ——安全隔水厚度; L ——采掘工作面底板最

收稿日期: 2008-02-27

作者简介: 申见红(1973-), 男(汉族), 山西霍州人, 霍州煤电集团有限责任公司工程师, 水文地质与工程地质专业, 从事矿井地质测量与防治水等方面的工作, 山西省霍州市鼓楼东大街 188 号, wdpsilicon@sohu.com。

大宽度; γ ——隔水层岩石的容重; K_p ——隔水层岩石的抗张强度; H ——隔水层底板承受的水头压力。

计算底板安全厚度应为 10 m,取安全系数 2.5,则 $10 \times 2.5 = 25$ m。

在清理斜巷掘至距 K2 灰岩含水层垂高 25 m 处(即斜长为 54 m 处)停止掘进,进行工作面注浆。

3.2 孔位布设

巷道断面上共布置 9 个孔,A1、A2、A3 为一排距底板 1.6 m,孔间距 1 m,垂直面下斜 23°;A4、A5、A6 为一排,距底板 1.2 m,孔间距 1 m,垂直面下斜 25°;A7、A8、A9 为一排,距底板 0.8 m,孔间距 1 m,垂直面下斜 27°;A1、A4、A7 三个孔与清理斜巷水平面成 8°(外偏),A2、A4、A6 三个孔与巷道平行,A3、A6、A9 三个孔与巷道水平面成 8°(外偏)。

3.3 注浆终压

根据公式:

$$P_H = 2H\gamma/100$$

式中: P_H ——结束注浆时受注点的最大压力,MPa; H ——受注点至静水位的水柱高度,m; γ ——水的密度。

计算得 $P_H = 10$ MPa。

为防止注浆压力过大导致水裂隙,注浆压力控制在水压 $P + 2$ MPa,即注浆终压为 7.5 MPa。

3.4 浆液选择

根据水文地质资料及立井井筒 K2 灰岩含水层注浆的实际情况,注浆采用水灰比为 1 的纯水泥浆液,加入 3% ~ 5% 的水玻璃,当单孔注浆量超过 10 m³/h,而压力又不回升时,改用水玻璃双浆注浆,C : S(水泥和水玻璃)体积比为 1 : 0.3 ~ 1 : 0.6。

3.5 钻注设备

钻进设备选用 TXV - 150 型钻机 2 台,Ø42 mm 钻杆,Ø75 mm 硬质合金钻头及 Ø75 mm 复合片冲击钻头,注浆泵选用 2TGZ - 210/60 及 2TGZ - 150/120 型各 1 台。

4 施工方法

4.1 施工准备

(1)井底注浆工作面设紧急排水设施,排水能力达到 200 m³/h。

(2)井底中央泵房排水能力达到 1500 m³/h。

(3)工作面安设专用电话。

(4)工作面达到成巷标准,将巷道底、帮清理干净。

4.2 孔口管安装

采用 Ø108 mm 无缝钢管,管长 8 m,上口焊接法兰盘,管上焊接螺旋形加固肋,用 Ø127 mm 岩心管开孔,下入孔口管,用水泥砂浆固定,并用清水作打压试验,所有孔口管压力不得小于设计终压,达到试验压力且稳定 30 min 后,孔口管周围不漏水即为合格。

4.3 工作面预注浆钻注

(1)依次用 Ø127 mm 岩心管开孔,下入孔口管,安装完毕 9 个钻孔孔口管。

(2)钻进时,钻孔一律安装孔口防突水装置。

(3)移动钻机,按先外后内进行单孔施工,钻进时如遇单孔出水量大,无法施工时应立即停止钻进,取出钻杆关闭止水阀门,并安装注浆管路,开始单孔注浆施工。注浆后,继续钻进,再注浆,反复循环,直到钻进到达设计深度。

(4)钻孔注浆应按顺序施工,不得跳钻作业。

4.4 单孔注浆施工

注浆过程采用单孔注浆,注浆开始前要打开三通阀门,让水流出地面以清理注浆通道,然后再进行注浆,先稀后浓,达到注浆终压时,结束注浆,并逐孔依次注浆完毕。选 A5 孔作为检查孔,扫孔到设计深度检查注浆效果,单孔实际出水量 ≥ 1 m³/h。最后对 A5 孔进行封孔注浆。本次注浆工程钻孔深度及注浆材料消耗量见表 1。

表 1 注浆工程量统计表

钻孔编号	钻孔深度 /m	材料消耗量	
		水泥浆/m ³	水玻璃/t
A1	103	17.7	1.8
A2	106	19.3	2.0
A3	99	14.2	0.8
A4	98	18.3	1.3
A5	88	11.2	0.8
A6	97	15.0	1.8
A7	84	17.2	1.3
A8	80	16.9	1.2
A9	74	19.8	2.0
合计	814	149.6	12

5 注浆施工的效果及建议

5.1 注浆施工的效果

该段工作预注浆从 2007 年 9 月 10 日开始至 10 月 10 日结束,历时 30 天,共施工 9 个钻孔,注入水泥浆 149.6 m³,水玻璃 12 t。该段巷道在掘进期间穿过 K2 灰岩含水层时,巷道总的涌水量约 9.3 m³/h,注浆堵水效果较为明显,确保了施工安全,也降低了排水费用。

(下转第 65 页)

侧形成具有向洞内移动倾向的楔形切体,加之围岩破碎严重,剪切楔形体向洞室位移的过程中对喷层产生变形压力,容易在拱脚和侧顶拱处产生剪切破坏,因此水平方向的侧线向洞内变形最大^[1],这和现场发生的侧顶拱处的喷射混凝土掉块和拱脚处钢拱架严重扭曲、锁脚锚筋变形是相吻合的,断层带围岩破碎形成的松散压力和喷射混凝土与围岩共同变形的形变压力是引起隧洞向内变形的根本原因。

根据规范要求,监测数据可采用指数函数公式和线性公式进行回归分析,对于短期内位移趋于收敛的可采用线性回归,因为实际采集的数据中存在着数据在某个范围内上下波动的情况。对于收敛期较长的曲线采用指数函数回归,指数函数中有多个公式,一般常用的有 $u = Ae^{-B/t}$ 和 $u = A(1 - e^{-Bt})$,本文采用第二个公式利用 ORIGIN 数值回归分析软件进行回归,回归结果见图 10、图 11。

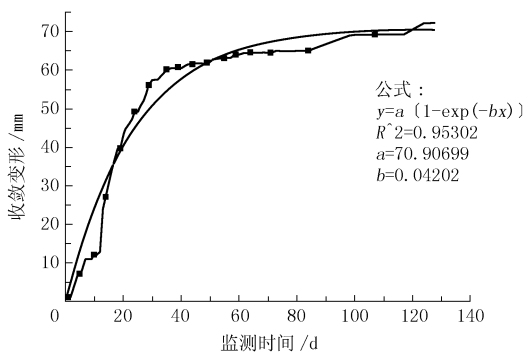


图 10 时间与变形回归结果图

从图 10、图 11 可以看出,对于变形较大的几个断面,其变形已经趋于稳定,回归曲线和收敛变形曲线,回归相关系数在 90% 以上。在回归公式 $u = Ae^{-B/t}$ 中, A 表示围岩最终位移量, B 表示变形曲线趋于收敛的接近程度。 B 越大表示其越接近收敛。

(上接第 72 页)

5.2 建议

K2 灰岩含水层岩溶裂隙发育不均,连通性较差,且本次为长距离注浆,注浆结束后,巷道残余水量为 $10 \text{ m}^3/\text{h}$,若在注浆孔布置方面增加注浆孔数量,将能更好的提高在含水层裂隙发育不均情况下的注浆效果。

6 结语

干河煤矿清理斜巷掘进 K2 灰岩高压含水层预注浆施工的圆满完成,成功封堵了该高压含水层的

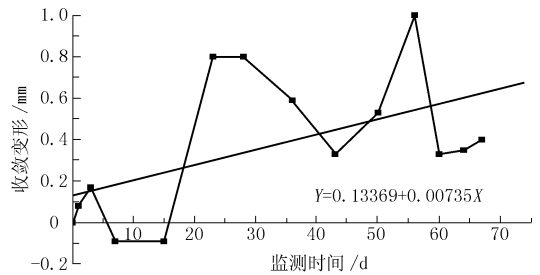


图 11 时间与变形回归结果图

5 结论

通过在实际工程中的摸索和借鉴其它类似工程的施工经验,总结出对大伙房隧洞中不良地质段处理的一些成功的施工措施,对本标段后期的施工和其它类似工程提供了一定的施工经验。

(1) 做好地质超前预报,提前对不良地质段进行处理,保证 TBM 顺利掘进。

(2) 开挖后及时施作初期支护,支立钢拱架,必要时可以加密,相邻钢拱架之间设置连接筋,及时封闭仰拱,防止拱脚处鼓起。

(3) 对不良地质段 TBM 开挖后,由于围岩破碎,指形护盾附近大面积塌方,不能采取及时的监控量测,待 TBM 设备通过后应加强对初期支护的变形量测,通过量测数据分析及时的采取相应的加强支护措施,保证隧洞的安全。

参考文献:

[1] 王建宇. 隧道工程的技术进步[M]. 北京:中国铁道出版社, 2004.
 [2] 康世荣,陈东山. 水利水电工程施工组织设计手册(第 1~4 卷). 北京:中国水利水电出版社,1997.
 [3] SL/T 191-96, 水工混凝土结构设计规范[S].
 [4] SL 279-2002, 水工隧洞设计规范[S].

来水通道,解决了掘进施工中存在的重大突水危险。本次预注浆工艺简捷方便,技术可行,经济合理,安全可靠,值得在相似地层的井矿掘进中借鉴。

参考文献:

[1] 李勋千. 井筒涌水预测及注浆堵水技术[M]. 北京:煤炭工业出版社,1992.
 [2] 戴国权. 动力巷道内堵水技术[M]. 北京:煤炭工业出版社, 1987.
 [3] 程晓,张凤祥. 土建注浆施工与效果检测[M]. 上海:同济大学出版社,1998.
 [4] 张生华,李国富. 围岩注浆封堵井巷突水控制技术研究[J]. 中州煤炭,2003,(2).