

受断层影响的水库下采煤可行性分析

刘猛¹, 白峰青^{1,2}, 王斌¹

(1. 河北工程大学 资源学院, 河北 邯郸 056038; 2. 河北省资源勘测研究重点实验室, 河北 邯郸 056038)

摘要: 针对我国煤炭资源储量逐年减少, 矿井生产接续紧张的现状. 以某矿拟采工作面为例, 通过综合分析工作面的地质、水文地质条件, 利用突水系数法排除了工作面底板奥灰突水的可能性, 确定位于水库下方的 F_3 断层威胁矿井 2[#] 煤的安全开采. 经计算和分析研究, 当采用分层充填开采和预留断层防隔水煤柱宽度为 60 m 时, 可以最大限度地降低矿井开采受水库的威胁, 为实现水库下 2[#] 煤的安全开采提供理论依据, 可以有效缓解矿井生产接续紧张现状.

关键词: 水库下采煤; 突水系数; 断层防隔水煤柱; 可行性分析

中图分类号: TD823.83 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-5876(2014)01-0074-04

The feasibility analysis of coal mining under reservoir affected by fault

LIU Meng¹, BAI Fengqing^{1,2}, WANG Bin¹

(1. College of Natural Resource, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China;

2. Hebei Provincial Key Laboratory of Resource Exploration Research, Handan 056038, China)

Abstract: In view of the decreasing coal resource, there is not enough coal production to maintain the mine to survive. Based on the analysis of a working face in a coal mine, the paper analyzed the hydrographic and geological conditions and excluded the possibility of ordovician water inrush by using the way of water bursting coefficient. It was determined the F_3 fault below the reservoir threatened 2[#] coal safety mining. After calculation and analysis, if mining hierarchical filling and remaining 60 m coal block was adopted, it could minimize the threat of mining under the reservoir. It provided a theoretical basis to achieve 2[#] coal safety mining under the reservoir, which could effectively alleviate the tensions of less coal production.

Key words: mining under the reservoir; water bursting coefficient; fault waterproof coal pillar; feasibility analysis

我国煤炭资源开发历史悠久, 矿井水害一直是煤矿安全生产面临的主要问题之一^[1-4]. 针对矿井可采储量逐年减少和生产接续紧张现状^[5,6], 分析认为可以在动用的储量中挖潜, 如能合理地进行“三下”压煤开采, 既可以缓解矿井目前接续紧张的状况又能延长矿井服务年限, 提高煤炭资源利用率^[7-9].

通过对某矿拟采工作面水文地质条件的分析, 结合突水系数对工作面底板的突水危险性进行分析, 并针对煤矿的实际条件提出 2[#] 煤分层充填开

采和留设 60 m 断层防隔水煤柱的防治水路线, 使得煤矿实现安全开采受水库影响区域的 2[#] 煤层具有可行性.

1 工作面概况

某矿拟采工作面大部分位于水库下方, 工作面西部为 F_3 边界断层, 设计工作面长度为 272.5 m, 宽度 80 ~ 126 m, 工作面分布参见图 1. 设计开采的 2[#] 煤层厚 3.91 ~ 6.95 m, 平均厚 5.5 m, 倾角 10 ~ 29°, 底板标高 -130 ~ -70 m, 地面标高为

+185.7 ~ +189.7 m. 煤层底板距离奥灰含水层顶部约 144 m, 煤层直接顶板为砂质泥岩, 间接顶板为中细粒砂岩. 受水库影响区域, 目前已发现断层 14 条, 除 F_3 断层以外其余断层落差均小于 10 m, F_3 断层分布于水库下方, 走向 15 ~ 30°, 倾向 NW, 倾角 75°, 落差 67 ~ 110 m.

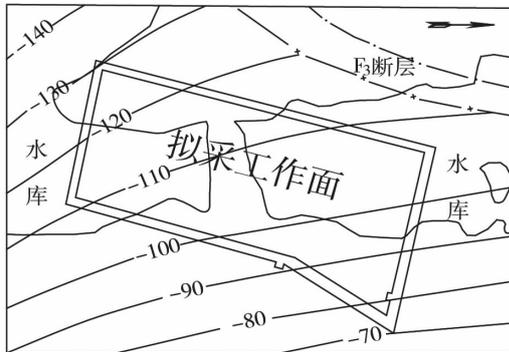


图1 拟采工作面分布图

2 水文地质条件分析

2.1 含水层及水体

综合分析井田的水文地质条件, 影响 2[#]煤开采的含水层及水体主要为山西组砂岩裂隙含水层、奥陶系灰岩岩溶裂隙含水层和位于工作面上方的水库. 山西组砂岩含水层为 2[#]煤的直接顶板, 岩性主要为中、细粒砂岩, 厚度 3.8 ~ 13 m, 富水区主要集中在井田的中央条带区和东南区, 单位涌水量 0.25 ~ 0.7 m³/min; 奥陶岩溶裂隙含水层厚 420 ~ 668 m, 富水性极不均一, 井田范围内呈现南部强北部弱、中部强东西两侧弱的特点, 且富水性具有随深度增大而减小的特点, 单位涌水量 2.0 m³/min, 水位标高 +117 ~ +120 m, 2[#]煤距离奥灰含水层顶面 144 m 左右; 水库位于工作面的正上方, 与 2[#]煤最小间距为 233.7 m, 蓄水量约为 310 000 m³, 主要用于周围村庄的灌溉和养殖.

2.2 含水层及水体对煤层开采的影响

根据矿井钻孔资料和巷道揭露, 拟采工作面位于山西组砂岩含水层富水性较弱的区域, 受砂岩含水层威胁较小. 现主要分析奥灰含水层和水库对工作面开采的影响.

依据《煤矿防治水规定》, 巷道掘进和工作面回采期间应采用突水系数进行评价, 即:

$$T = \frac{P}{M} \quad (1)$$

式中, T : 突水系数, MPa/m; P : 底板隔水层承受的压力, MPa; M : 底板隔水层厚度, m.

对于底板受构造破坏块段突水系数一般不大于 0.06 MPa/m, 对于正常地段, 突水系数不大于 0.1 MPa/m 时可进行回采. 奥灰含水层水位接近年来最高水位 +120 m 考虑, 隔水层厚度按 120 m 考虑(扣除薄层含水层厚度), 则该工作面等水压线分布参见图 2. 取煤层底板最大奥灰水压 3.7 MPa, 则突水系数为 0.031 MPa/m, 小于 0.06 MPa/m. 因此, 正常情况下奥灰含水层不会对 2[#]煤开采构成威胁.

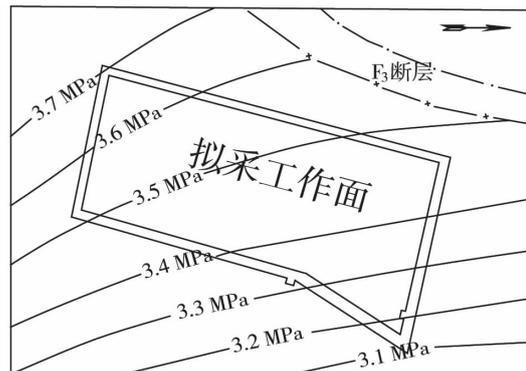


图2 工作面等水压线分布图

由于 F_3 断层位于水库的正下方, 开采过程中顶板产生的冒落带、裂隙带和整体移动带可能引起断层“活化”, 可能使水库与开采工作面之间产生一定的水力联系. 因此, 现状条件下, 水库对 2[#]煤的开采将会产生一定的影响, 需要慎重对待.

3 水库下煤层开采方案

大量的研究和开采实践表明充填开采对顶板变形明显小于同等条件下的自由跨落式顶板管理模式^[10-15]. 同时, 实施 2[#]煤分层充填开采, 也可以最大限度地减小采动条件下对底板和 F_3 断层“活化”的影响. 并且, 之前矿井已进行了多个工作面的分层充填开采, 可以实现充填率 85% 的目标. 鉴于目前的充填开采技术水平, 宜采用分层充填开采方案.

3.1 分层充填开采覆岩破坏高度

采用《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》中给出的缓倾斜条件下厚煤层分层开采时的冒落带和导水裂隙带高度的计算公式进行计算. 根据工作面煤层顶底板岩性, 选取

中硬覆岩冒落带和导水裂隙带高度的公式计算. 煤层厚度和倾角分别按平均厚度 5.5 m 和 14° 考虑, 充填率按 85% 考虑, 开采煤层等效厚度则为 0.825 m.

厚煤层分层开采岩性中硬时, 冒落带的最大高度的计算公式:

$$H_m = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} \pm 2.2. \quad (2)$$

缓倾斜煤层导水裂隙带高度的计算公式:

$$H_{li} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6 \quad (3)$$

$$H_{li} = 20 \sqrt{\sum M + 10}. \quad (4)$$

式中, H_m : 垮落带高度, m; H_{li} : 导水裂隙带高度, m; $\sum M$: 累计采厚, m.

将数据代入式(2)计算得冒落带高度为 5.9 m, 代入式(3)和式(4)得导水裂隙带高度分别为 22.37, 28.16 m, 为安全起见, 覆岩破坏高度取最大值 34 m.

3.2 断层防隔水煤柱留设

为降低采掘条件下对断层的影响, 避免顶板水害的发生^[16-19]. 采前应首先查明 F_3 断层的导水性, 准确控制 F_3 断层的空间分布特征. 若 F_3 断层为导水断层, 应对其进行预注浆加固改造为不导水断层, 待检验其注浆效果合格后再进行工作面的回采工作.

F_3 断层为不导水断层且充填率按 85% 考虑, 冒落带和裂隙带的高度以及断层最低破坏点与导水裂隙带最高点的最小间距以满足承受水库静水压力的要求为基准, 煤层和 F_3 断层倾角分别按 14° 和 75° 考虑, 岩层塌陷角按 60° 考虑, 经计算得 F_3 断层防隔水煤柱宽度为 39.08 m, 取整数 40 m.

当 F_3 断层防隔水煤柱留设宽度为 40 m 时, 顶板冒落带与 F_3 断层间距为 5.64 m, 一旦采动引起的整体移动带引起断层沟通水库时, 断层最低处承受水库的静水压力为 2.31 MPa, 厚度 5.64 m 的岩层产生的抗力不足以抵抗 2.31 MPa 的静水压力, 可能引起水库泄露, 同时对工作面安全开采也构成一定的威胁. 因此, 为了最大限度地降低采掘对断层的影响和避免顶板水害的发生, 必须增加 F_3 断层防隔水煤柱的宽度.

通过试算满足上述要求的 F_3 断层防隔水煤柱宽度最小应为 60 m, 防隔水煤柱留设参见图 3. F_3 断层防隔水煤柱留设宽度 60 m 时, 顶板冒落带与 F_3 断层间距为 26.05 m, 即使采动引起的整体移动带引起断层导水沟通与水库的水力联系, 断层最低处承受水库的静水压力为 2.11 MPa, 厚度 26.05 m 岩层(石盒子组砂岩和页岩)产生的抗力可以抵抗 2.11 MPa 的静水压力, 不会引起水库泄露.

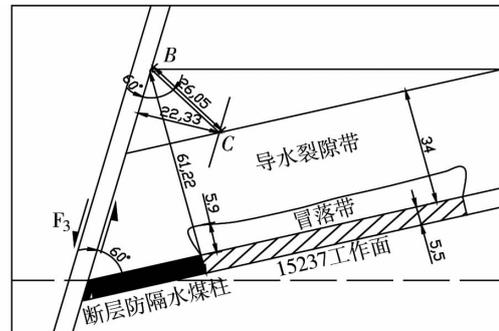


图3 F_3 断层防隔水煤柱留设示意图

4 断层防隔水煤柱校验

4.1 将断层视为导水断层进行校验

依据《煤矿防治水规定》, 含水或导水断层防隔水煤的留设可参照下列经验公式计算:

$$L = 0.5KM \sqrt{\frac{3p}{K_p}} \quad (5)$$

式中, L : 防隔水煤柱宽度, m; K : 安全系数(取 5); M : 煤层厚度或采高, m, 充填率按和煤层厚度分别按 85% 和 5.5 m 考虑, 等效采高按 0.825 m 考虑; p : 水头压力, MPa, 取 2.11 MPa; K_p : 煤的抗拉强度, MPa, 依据经验值按 0.22 MPa 考虑.

将以上取值带入公式, 最终确定隔水岩柱宽度为 11.06 m, 该方案前提下实际隔水岩柱宽度为 26.05 m, 满足要求.

4.2 利用突水系数进行校验

将开采影响范围内可能导水的 F_3 断层视为承压含水层(厚度为断层带宽度, 水压 2.11 MPa). 因图中 BC 段均位于采动引起的整体移动范围内, 岩性为石盒子组砂岩和页岩, 可将该段岩层视为“煤层底板”的隔水层, 利用突水系数对 BC 段阻水性能进行校验. 在 BC 段没有构造的情况下, 整体移动范围内可以视为正常块段, 突水系数临界值按 0.1 MPa/m 考虑, 通过计算隔水岩柱宽度为

21.1 m,小于实际隔水岩柱宽度为 26.05 m,满足要求。

综上所述, F_3 断层为不导水断层,充填率按 85% 要求进行分层充填开采时, F_3 断层阻隔水煤柱留设 60 m,可以最大限度地降低水库对 2[#]煤开采的影响,实现 2[#]煤的安全开采。

5 结论

1) 正常情况下开采 2[#]煤时,奥灰含水层不会对 2[#]煤开采构成威胁;

2) 现状条件下,水库对 2[#]煤开采可能会产生一定的影响,需要慎重对待。

3) 实施 2[#]煤分层充填开采以及对 F_3 断层留设 60 m 阻隔水煤柱相结合的技术路线,开采受水库影响区域的 2[#]煤具有可行性。

参考文献:

- [1] 李冲,白峰青,尹立星,等. 葛泉矿东井带压开采 9[#]煤综合防治水技术研究[J]. 矿业工程研究,2010,25(3):46-48.
- [2] 陈杰,李青松. 建筑物、水体下采煤技术现状[J]. 煤炭技术,2010,(12):94-96.
- [3] 李冲. 基于模糊综合评判的矿井水文地质类型划分[J]. 矿业工程研究,2012,27(1):54-57.
- [4] 李建森,李志永. 某矿大型水体下采煤导水裂隙带高度分析[J]. 煤矿安全,2012,(12):190-192.
- [5] 冯现大,李树忱,李术才,等. 矿井突水模型试验顶板离层破断数值模拟研究[J]. 湖南科技大学学报(自然科学版),2011,(2):163-166.
- [6] 万文. 矿井突水水源分析的 Bayes 判别分析模型及其应用[J]. 矿业工程研究,2009,24(3):37-41.
- [7] 张华兴. 对“三下”采煤技术未来的思考[J]. 煤矿开采,2011(1):6-8.
- [8] Sui W H, Xu Z M. Risk assessment for coal mining under sea area[C]//New Frontiers in Engineering. Geology and the Environment. Springer - Verlag Berlin Heidelberg,2013.
- [9] 郭文兵,邵强,尹士献,等. 水库下采煤的安全性分析[J]. 采矿与安全工程学报,2006(3):76-80.
- [10] 陈雪啸,周华强,孔祥辉,等. 承压水下膏体充填开采顶板破断的数值模拟[J]. 煤炭技术,2011(4):72-74.
- [11] Xu Z M, Sui W H. Statistical prediction of overburden failure due to coal mining under sea area [C]//New Frontiers in Engineering Geology and the Environment. Springer - Verlag Berlin Heidelberg,2013.
- [12] Winter T C, Buso D C, Shattuck P C, et al. The effect of terrace geology on groundwater movement and on the interaction of groundwater and surface water on a mountainside near Mirror Lake, New Hampshire, USA[J]. Hydrological Processes, 2008,22(1):21-32.
- [13] 杨宝贵,李永亮,宋晓波,等. 充填开采工作面矿压显现规律数值模拟分析[J]. 煤炭工程,2013(3):69-70.
- [14] 谢国强,杨军辉,谢生荣,等. 大采高综采面超高水材料充填开采技术[J]. 中国矿业,2013,22(3):70-72.
- [15] Gandhe A, Venkateswarlu V, Gupta R N. Extraction of coal under a surface water body - a strata control investigation[J]. Rock Mechanics and Rock Engineering, 2005,38(5):399-410.
- [16] 许凯. 固体充填综采地表沉陷规律研究[J]. 煤矿安全,2013,44(4):55-57.
- [17] 王怀俭,李雷. 充填工作面上覆岩层运移规律数值模拟分析[J]. 煤炭与化工,2013,36(3):9-10.
- [18] 胡炳南. 我国煤矿充填开采技术及其发展趋势[J]. 煤炭科学技术,2012,40(11):1-5.
- [19] 贾凯军,冯光明. 煤矿超高水材料充填开采技术及其展望[J]. 煤炭科学技术,2012,40(11):6-9.