

# 老虎台矿68003工作面水文地质特征及涌水量预计

郑德强

抚顺矿业集团有限责任公司老虎台矿, 辽宁 抚顺

收稿日期: 2024年4月23日; 录用日期: 2024年5月25日; 发布日期: 2024年7月10日

## 摘要

老虎台矿主采煤层为单一特厚煤层, 具有大埋深、大采高和多分层等特点。本文以68003回采工作面的水文地质条件为基础, 解析了工作面水文地质特征和充水条件。同时, 针对临近55006工作面淋水现象, 采用水文地质比拟法, 计算得出68003工作面的正常涌水量为 $10.9 \text{ m}^3/\text{h}$ , 最大涌水量为 $21.8 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

## 关键词

比拟法, 涌水量, 充水条件

# Hydrogeological Characteristics and Expected Water Inflow of Face 68003 of Laohutai Coal Mine

Deqiang Zheng

Laohutai Coal Mine, Fushun Mining Group Co., Fushun Liaoning

Received: Apr. 23<sup>rd</sup>, 2024; accepted: May 25<sup>th</sup>, 2024; published: Jul. 10<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Laohutai Coal Mine has a single super thick coal seam, which has the characteristics of large buried depth, large mining height and multiple layers. Based on the hydrogeological conditions of the working face 68003, this paper analyzes the hydrogeological characteristics and water filling conditions of the working face. At the same time, the normal water inflow of 68003 working face is  $10.9 \text{ m}^3/\text{h}$  and the maximum water inflow is  $21.8 \text{ m}^3/\text{h}$  by using the hydrogeological analogy method.

## Keywords

### Hydrogeological Analogy Method, Water Inflow, Water-Filling Conditions

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

矿井开采水害频发, 严重制约工作面的安全生产, 矿区水文地质条件特征是矿井水害研究的基础, 对矿山安全生产、工程建设和环境保护等具有重要作用。陈雷[1]将东北煤田划分为简单、中等、复杂和极复杂四种水文地质类型, 通过涌水量特征和富水系数特征分析了水文地质特征, 为矿井安全生产提供依据。高波[2]通过对断层、地下水运动及补给、径流和排泄等水文地质条件的分析, 阐述了水文地质条件是水文地质灾害研究的重要性作用, 为矿井安全生产带来多方面效益。工作面涌水是工作面生产过程中, 地下水突破隔水层进入工作面的现象。涌水量是矿山设计排水系统的重要依据, 为矿井水害治理评估提供参数[3]。现阶段, 涌水量的计算方法主要有类比法、解析法、数值法等[4]-[6]。类比法主要应用于相似地质、水文地质条件下, 开采方式基本相同的矿井或工作面之间的预测[7] [8]。元浩[9]以矿井含(隔)水层及边界条件、地区构造和补给、径流、排泄条件为基础, 分析了矿井充水水源、充水水压和充水通道, 采用水文地质比拟法计算出-350 m 水平坑道正常涌水量为 20,839 m<sup>3</sup>/d, 为矿井水文地质灾害研究提供参考。68003 工作面东部临近 55006 已采工作面, 曾出现工作面淋水现象, 主要受断层导通第四系含水层影响。68003 工作面范围内目前没有勘探钻孔, 位于断层下盘, 两个工作面水文地质条件相似, 以此比拟计算 68003 工作面涌水量具有可靠性。

顶板水害是我国主要水害类型之一, 包括覆岩含水层导通和上覆松散层透水等[10] [11]。樊晶晶[12]根据顶、底板水害和贯通型水害等矿井水害类型, 分析了覆岩、底板和地质结构内的采动影响。韩定锋等[13]以特厚煤层为研究对象, 含(隔)水层水文地质条件为基础, 分析了矿井充水水源和充水通道, 统计分析了矿井十年内正常涌水量, 对矿井防治水工作提出建议。刘博[14]以峰峰矿区辛安矿 112124 工作面为背景, 突水水源为太原组和奥陶系灰岩水, 主要导水通道为断层和采动裂隙等。考虑三条大断层影响, 其中, F<sub>55-1</sub> 落差 120 m, 建立了贯穿断层水害类型数值模拟, 结果表明, 随着工作面的推进, 裂隙带与断层交汇, 形成贯通型导水通道, 揭示了贯穿断层水害致灾机理。本文以水文地质条件为基础, 研究工作面水文地质特征, 探究工作面充水条件, 同时采用水文地质比拟法预计工作面涌水量, 为工作面防治水工作提供依据。

## 2. 工作面概况

老虎台矿位于抚顺煤田中部, 距国铁大官屯站 9.6 km, 大官屯站可通往全国各大城市, 抚顺至沈阳 48.2 km。老虎台矿与市区各厂矿由公路相联系, 公路四通八达, 交通十分方便。矿区面积为 6.886 km<sup>2</sup>, 开采标高+102.4~-830 m, 设计生产能力 300 万 t/年。

68003 工作面位于老虎台井田中央东部, 开采标高-607.843~-675.720 m。工作面运输顺槽长 544 m, 回风顺槽长 555 m, 南北宽 167 m。工作面东邻 63007 开切眼和 55003 已采工作面, 西邻 705 中段已采炮采区, 南部为 704 中段已采炮采区和五分层煤层, 北部为老虎台矿井田界限和中央北部区及 68002 东已采工作面。上部为 63007、63005 已采工作面采空区, 下部为五分层煤层及煤层底板凝灰岩。68003 工作面开采煤层为 2~5 分层, 煤层顶板为油母页岩, 底板为凝灰岩, 煤层结构复杂, 赋存较稳定。煤层走向

N26°~88°E, 倾向 NW, 煤层倾向 4°~32°, 平均采高 14.6 m, 夹矸层数为 7~11 层, 厚度 0.3~11 m。68003 工作面走向剖面图如图 1。

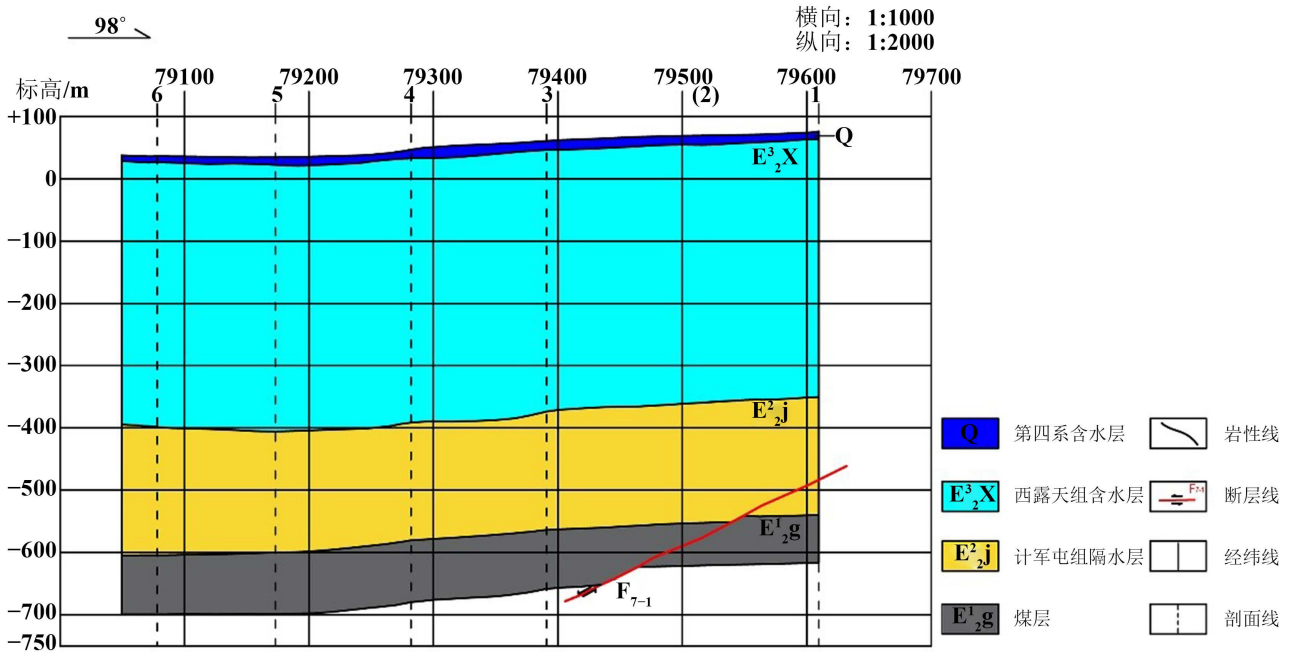


Figure 1. Strike profile of 68003 working face  
图 1. 68003 工作面走向剖面图

### 3. 工作面水文地质特征

#### 3.1. 纸型含水层水文地质特征

##### 1) 第四系冲积砂及砾石孔隙含水层

第四纪冲积层位于基岩剥蚀面之上, 由粗细不等的砂卵石组成, 68003 工作面范围内第四系厚度 11.0~14.0 m。含水层上部为黄色亚粘土及砂土覆盖, 底部为卵石。单位涌水量  $q = 0.841 \sim 4.12 \text{ L/s}\cdot\text{m}$ , 渗透系数  $K = 10.27 \sim 92.8 \text{ m/d}$ 。该层受大气降水补给, 富水性强, 是矿井主要含水层。水质类型为  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$  型。在工作面范围内含水层底板距煤层顶板距离 590.0~680.0 m, 等值线图见图 2。

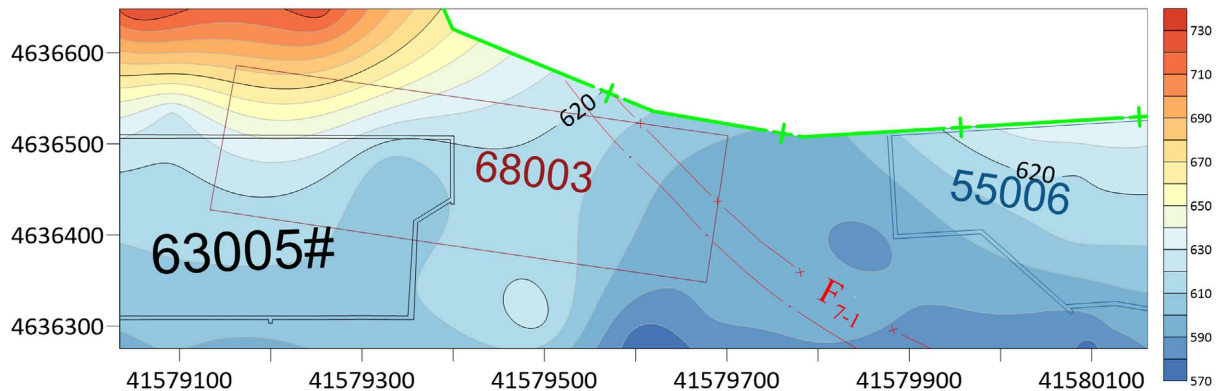


Figure 2. Contour map of the distance from the floor of quaternary aquifer to the roof of coal seam  
图 2. 第四系含水层底板至煤层顶板距离等值线图

## 2) 古近系西露天组泥灰岩裂隙含水层

岩性以绿色块状泥岩为主，夹薄层褐色泥质页岩、砂岩、中层浅绿色泥灰岩，韵律清楚，含有大量介形虫、螺和孢粉及植物、昆虫和叶肢介。单位涌水量  $q = 0.071 \text{ L/s}\cdot\text{m}$ ，渗透系数  $k = 0.065 \text{ m/d}$ ，水质类型为  $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca-Mg}$  型，弱矿化淡水。工作面范围内厚度 260.0~380.0 m，平均 421.56 m，泥灰岩占比约 60%，底板至煤层顶板距离 170.0~240.0 m，等值线图见图 3。

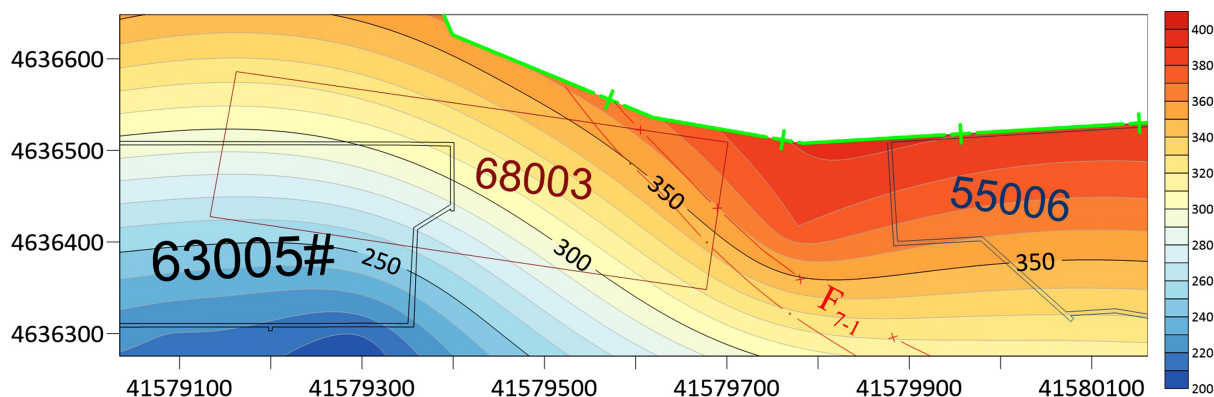


Figure 3. Contour map of the distance from the floor of the group of West open-bit aquifer to the roof of coal seam  
图 3. 西露天组含水层底板至煤层顶板距离等值

## 3.2. 隔水层水文地质特征

### 1) 计军屯组油母页岩隔水层

主采煤层直接顶板，工作面内普遍分布，厚度 192.0~210.0 m，以中-薄层状含碳酸盐油母页岩和泥岩为主，以及泥质油页岩和有机质泥灰岩组成，坚硬，透气性不良，层理发育，结构致密，隔水性能好。

## 3.3. 地下水的补给、径流、排泄

### 1) 第四系冲积砂及砾石孔隙潜水

第四系冲积砂及砾石孔隙潜水以大气降水为主要补给源，总的流向是由南至北，水位标高为 75~80 m，水力坡度基本为 5‰。

由矿区南侧的低山丘陵区向北沿途大面积接受大气降水补给，流经中部靠近 705 号孔一带，由于地势较低，形成较小范围的地下水漏斗，并形成小范围水泡。据调查本区第四系冲积砂及砾石层孔隙潜水除补给下部基岩裂隙含水层和地面蒸发外，在矿区内南部局部地段一部分流入沉降区或原东露天大坑内。

### 2) 古近系西露天组泥灰岩裂隙承压水

古近系西露天组泥岩、泥灰岩裂隙承压水除在矿区南部地表裸露处直接接受大气降水入渗补给外，南部露头处与第四系冲积砂、砾(卵)石层孔隙潜水含水层直接接触部位，接受上部潜水补给、径流、排泄条件较差。

### 3) 古近系栗子沟组和老虎台组凝灰岩、玄武岩承压裂隙水

该含水层赋存在主采煤层以下，直接构成主采煤层底板，为主采煤直接充水含水层。该层在矿区南部地表裸露处直接接受大气降水入渗补给外，南部露头处与第四系冲积砂、砾(卵)石层孔隙潜水含水层直接接触部位，接受上部潜水补给、径流、排泄条件较差。

## 4. 工作面充水条件分析

### 4.1. 工作面充水水源

68003 工作面主要充水方式为冲积层含水层孔隙水的长期渗透补给, 冲积层含水层水源来自大气降水。煤层富水性较弱, 巨厚的顶板绿色页岩和油母页岩具有隔水作用, 地表水对工作面开采无影响。根据上部已回采 63007 工作面及东部已回采 55006 工作面导水裂隙带发育情况, 68003 工作面受顶板露天组泥灰岩裂隙水影响, 但不受其威胁。因此, 工作面主要充水水源为第四系冲积砂及砾石孔隙含水层。

### 4.2. 导水通道

工作面主要导水通道为采动裂隙, 次要导水通道为断层及富水裂隙。

#### 1) 采动裂隙

工作面开采后形成覆岩“三带”, 由下往上依次为垮落带、裂隙带和弯曲带, 其中, 垮落带和裂隙带具有导水能力。当裂隙带发育至含水层后, 含水层水通过裂隙形成的导水通道涌入工作面, 对工作面开采造成影响。由于 68003 工作面范围内无相关钻孔资料, 根据矿井竖向工作面布置情况, 研究重复采动条件下, 累计采厚对导水裂隙带高度的影响, 得到对应的裂采比, 导水裂隙带高度计算如式(1)。

$$H_f = M \times C \quad (1)$$

式中,  $H_f$  为导水裂隙带高度, m;  $M$  为累计采厚, m;  $C$  为裂采比, 无量纲。

#### 2) 断层及富水裂隙

工作面位于  $F_{7-1}$  断层下盘, 断层落差较大, 达到 26~40 m, 断层带岩石较为破碎, 裂隙发育, 有利于导水通道的形成。随着工作面开采覆岩裂隙带的发育, 裂隙带与断层交汇形成导水通道。根据 55006 工作面以及上覆回采三个工作面实际揭露,  $F_{7-1}$  断层已完全破坏, 预测 68003 工作面出现涌水可能性小。

## 5. 工作面涌水量预计

根据 68003 工作面邻近工作面开采实际显示, 工作面开采除生产用水外, 无其它涌水, 但 55006 工作面由于受断层影响, 出现过工作面淋水现象。若考虑 68003 工作面受  $F_{7-1}$  断层影响, 采用水文地质比拟法, 以 55006 工作面为比拟对象, 预计 68003 工作面涌水量。

已知 68003 工作面断层导水通道路径长度  $L_1 = 842.93$  m。55006 工作面断层导水通道路径长度  $L_2 = 427.42$  m, 淋水量  $Q_2 = 21.5$  m<sup>3</sup>/h。根据达西定律, 建立相关比拟方程如式(2)。

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{F_1 v_1}{F_2 v_2} = \frac{F_1 K_1 I_1}{F_2 K_2 I_2} \quad (2)$$

式中,  $Q$  为工作面涌水量, m<sup>3</sup>/d;  $F$  为导水断面面积, m<sup>2</sup>;  $v$  为渗流速度, m/d;  $K$  为导水通道渗透系数, m/d;  $I$  为水力梯度,  $I = \Delta h/L$ ,  $\Delta h$  为水头差,  $L$  为导水路径长度。

由于两工作面相邻, 水文地质条件及导水通道相同, 得到式(3)。

$$Q_1 = Q_2 \frac{L_2}{L_1} \quad (3)$$

将各项参数带入式(3), 求得 68003 工作面的断层导水量为:  $Q_1 = 10.9$  m<sup>3</sup>/h。涌水量最大值取其 2 倍, 则考虑断层裂隙带影响下 68003 工作面最大涌水量为 21.8 m<sup>3</sup>/h。

根据 68003 工作面实际开采涌水量观测, 实际涌水量约 15 m<sup>3</sup>/h(包括生产用水), 因此 68003 工作面涌水量预计可采用水文地质比拟法。

## 6. 结论

1) 利用 68003 工作面水文地质资料, 解析了工作面水文地质特征, 得出工作面充水水源为第四系冲积砂及砾石孔隙含水层, 充水通道为断层及富水裂隙。

2) 采用水文地质比拟法对 68003 工作面进行涌水量预计, 以 55006 工作面涌水量为比拟对象, 得出工作面正常涌水量为  $10.9 \text{ m}^3/\text{h}$ , 最大涌水量为  $21.8 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

3) 针对 68003 工作面, 进行了水文地质特征和充水条件分析, 采用水文地质比拟法进行涌水量预计, 结果具有可靠性, 为老虎台矿类似工作面开采涌水量预计提供参考。

## 参考文献

- [1] 陈雷. 我国煤矿水文地质类型划分及特征分析[J]. 低碳世界, 2017, 7(5): 75-76.
- [2] 高波. 水文地质勘查在矿山地质勘查中的重要性[J]. 能源与节能, 2023, 28(10): 219-221.
- [3] 薛文斌. 浅谈煤矿井下排水系统生产能力核定[J]. 煤, 2016, 25(2): 64-66.
- [4] 崔耀明. 矿井涌水量预测及防治水建议[J]. 山西冶金, 2023, 46(10): 267-268+271.
- [5] 李林哲, 吕文茂, 王启庆, 等. 济宁三号矿孙氏店支断层邻近工作面涌水量预测[J]. 煤炭技术, 2023, 42(4): 136-140.
- [6] 胡雅琴, 任红蕾. 利用数值法和解析法对祁南煤矿矿坑涌水量进行预测分析[J]. 地下水, 2021, 43(5): 9-11+49.
- [7] 秦壮杰. 比拟法预测矿坑涌水量与结果评价浅析[J]. 中国金属通报, 2023, 31(11): 222-224.
- [8] 刘琼. 矿坑涌水量预测方法对比研究[J]. 工程技术研究, 2023, 8(9): 190-193.
- [9] 亓浩. 矿山水文地质条件及水害影响因素分析[J]. 中国金属通报, 2023, 31(11): 198-200.
- [10] 曾一凡, 武强, 赵苏启, 等. 我国煤矿水害事故特征、成因与防治对策[J]. 煤炭科学技术, 2023, 51(7): 1-14.
- [11] 曾一凡, 朱慧聪, 武强, 等. 我国煤层顶板水害研究现状与防控路径[J/OL]. 煤炭学报, 1-18. <https://doi.org/10.13225/j.cnki.jccs.2024.0039>, 2024-04-20.
- [12] 樊晶晶. 矿山水文地质结构及其采动响应分析[J]. 中国金属通报, 2023, 31(9): 119-121.
- [13] 韩定锋, 张旺余, 郝宝利. 特厚煤层水害防治技术实践[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023, 41(13): 154-156.
- [14] 刘博. 水文地质条件极复杂矿区水害模式及防治对策[D]: [硕士学位论文]. 邯郸: 河北工程大学, 2022.