

浅谈石洞沟煤矿水文地质特征及防治措施

钱直明 颜小平 胡平

四川省煤田地质工程勘察设计研究院, 四川 成都 610072

[摘要]文中在延伸勘探及前人研究成果的基础上,从矿区水文地质特征入手,分析了矿井充水因素。并结合矿井实际生产情况,针对矿井充水因素给出了相应建议,为煤矿矿井设计建设和后续安全开采提供了科学依据。

[关键词]煤矿;水文地质;防治措施

DOI: 10.33142/ec.v5i12.7280

中图分类号: TD741

文献标识码: A

Brief Discussion on Hydrogeological Characteristics and Prevention Measures of Shidonggou Coal Mine

QIAN Zhiming, YAN Xiaoping, HU Ping

Sichuan Institute of Coal Field Geological Engineering Exploration and Designing, Chengdu, Sichuan, 610072, China

Abstract: Based on the extended exploration and previous research results, the paper analyzes the factors of mine water filling from the hydrogeological characteristics of the mining area. Combined with the actual production situation of the mine, the corresponding suggestions are given for the water filling factors of the mine, which provides a scientific basis for the design and construction of the mine and the subsequent safe mining.

Keywords: coal mine; hydrogeology; preventive measures

引言

石洞沟煤矿位于米仓山西段南缘之大两会背斜南东翼。区内地形北高南低,中间广元~乐坝一线为最低的槽谷,成为南北山区的天然分界,其北属大巴山~米仓山区,为中深切切割的中山地形,南属中低山地形。矿区属于四川盆地及盆周山水文地质区中的米仓山~大巴山褶皱山地裂隙~岩溶水亚区,区内以平沟里~莱麻山~王家垭~石龙沟头上一线地表分水岭将整个区域分为南、北两个次级水文地质单元。矿区主要位于南端次级水文地质单元,该水文地质单元地势总体上北高南低,西高东低,区域地表排泄基准面由嘉陵江控制,工作区位于补给~径流带上。

1 矿区水文地质

1.1 矿区地形地貌特征

矿区地处大巴山麓西部边缘,山脉走向与地层走向基本一致,近东西向。区内地势陡峻,地形起伏较大,总体为北高南低的叠瓦状顺向坡。海拔 550~1100m,相对高差 550m,一般高差 100~300m,地形坡度 10~50°,局部有大于 60°的陡崖,最低侵蚀基准面位于石洞沟最低点海拔为 550m。地形地貌总体属构造侵蚀的中山地貌,南缘为缓坡丘陵地带。

1.2 地表水

矿区范围及其附近无大的江河、湖泊、水库等地表水体,除东西两侧边界直线距离约 300~400m 开外各有 1 条常年性河流碗厂河和碗厂沟外,其余均为季节性溪沟。据实地调查及收集资料:碗厂河从北向南流经矿井西部边

界,系矿区范围附近较大河流,最大径流量 57392m³/h,最小径流量 1238m³/h,一般流量为 3571m³/h。碗厂沟从北西向南东流经矿区东部边界,流量规模略次于碗厂河,最大径流量 40215m³/h,最小径流量 521m³/h,一般流量为 1148m³/h。季节性溪沟主要有 3 条,自西向东依次为桥河沟、石洞沟和酉家沟。桥河沟在雨季时最大径流量可达 19127m³/h,平时水量极小,旱季时常干涸断流;石洞沟最大径流量 22770m³/h,最小径流量 43m³/h,一般流量为 64m³/h;酉家沟最大径流量 24080m³/h,最小径流量 28m³/h,一般流量为 40m³/h。

矿区位置较高,地表迳流条件好。除东部碗厂沟向南流入南江外,其余溪沟水均向南西流入中厚坝河最后汇入渠江,属渠江水系。

1.3 含(隔)水层特征

矿区内出露地层由老到新为三叠系上统须家组(T_{3xj}),侏罗系下统白田坝组(J_{1b})、中统千佛岩组(J_{2q})、下沙溪庙组(J_{2xs})及第四系全新统(Q₄)。参考《煤矿床水文地质、工程地质及环境地质勘查评价标准》(MT/T1091-2008),综合考虑含水介质的岩性、井泉点的出水量、井巷揭露的涌漏水情况及区域水文地质资料,将矿区内出露地层由老至新对含、隔水性的特征叙述如下:

1.3.1 三叠系上统须家河组(T_{3xj})

按岩性组合特征可分为七段,在工作区内仅见六段、七段出露。

①三叠系上统须家河第六段(T_{3xj}⁶)含水层

该地层呈条带状近似东西展布于矿区北侧边界, 出露位置较高, 呈中山陡坡地形, 受水面积 0.75km^2 , 地表裂隙率 $1.256\sim 4.55\%$; 通过钻探揭露地层厚度 $29.00\sim 51.27\text{m}$, 平均厚 40.14m ; 岩性为灰白色厚层状中粒砂岩, 上部夹薄层细粒砂岩及细砾岩。据钻孔抽水试验成果, 该地层单位涌水量为: 碗厂河 34-1 钻孔 $0.00348\text{L/s}\cdot\text{m}$; ZK37-2 钻孔 $0.00389\text{L/s}\cdot\text{m}$, ZK40-1 钻孔 $0.00573\text{L/s}\cdot\text{m}$ 。在石洞沟煤矿+515m 平硐测得流量为 1.68L/s 。

综合该段地层岩性组合特征、钻孔抽水试验成果及矿井平硐观测成果得: 该段地层为富水性弱~中等的裂隙含水层。

②三叠系上统须家河第七段(T_3xj^7)弱含水层

该地层呈条带状近似东西展布于矿区北侧边界, 出露位置较高, 呈中山陡坡地形, 出露面积 1.42km^2 , 地表裂隙率 $1.011\sim 1.634\%$; 地层厚度 $119.83\sim 135.07\text{m}$, 平均厚 129.43m , 为区内主要含煤地层。上部岩性主要为灰至深灰色中至厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩夹薄层细砂岩、粉砂质泥岩及泥岩, 下部岩性主要为深灰色中厚层状细砂岩、粉砂岩夹粉砂质泥岩、泥岩及煤层。据碗厂河 34-1 号孔抽水试验成果, 该层段单位涌水量 $0.00095\text{L/s}\cdot\text{m}$, 属富水性弱的含水层。

综合该段地层岩性组合特征与钻孔抽水试验成果得: 该段地层为富水性弱的裂隙含水层。

1.3.2 侏罗系下统白田坝组(J_1b)

按岩性组合特征可分为四段, 在工作区内均有出露。

① 侏罗系下统白田坝第一段(J_1b^1)含水层

该地层呈窄条带状近似东西展布于矿区北侧边界附近, 出露位置较高, 呈中山陡坡地形。地层厚度 $33.60\sim 87.64\text{m}$, 平均厚 58.66m ; 岩性主要为浅灰色厚层状中至粗砾岩, 砾石成分为硅质白云岩、白云质硅质岩为主, 硅质胶结, 砂质充填。钻孔钻至该层位时, 孔内常出现全孔漏失情况, 钻井液消耗量较大。据地表出露及钻孔岩芯揭露情况, 该层段裂隙较发育, 为富水性中等的裂隙含水层。

② 侏罗系下统白田坝第二段(J_1b^2)含水层

该地层呈窄条带状近似东西展布于矿区北侧边界附近, 出露位置较高, 呈中山陡坡地形。地层厚度 $18.20\sim 39.51\text{m}$, 平均厚 26.92m ; 岩性主要为灰色薄至中厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩, 夹薄层泥岩及细粒砂岩。该层段裂隙较发育, 为富水性中等的裂隙含水层。

③ 侏罗系下统白田坝第三段(J_1b^3)含水层

该地层呈窄条带状近似东西展布于矿区北部, 常呈中山陡坡地形。地层厚度 $25.97\sim 44.95\text{m}$, 平均厚 33.98m ; 岩性主要为浅灰色厚层状中至粗砾岩, 砾石成分为硅质白云岩、白云质硅质岩为主, 硅质胶结, 砂质充填。钻孔钻至该层位时, 孔内常出现全孔漏失情况, 钻井液消耗量较大。据地表出露及钻孔岩芯揭露情况, 该层段裂隙较发育,

为富水性中等的裂隙含水层。

④ 侏罗系下统白田坝第四段(J_1b^4)弱含水层

该地层呈条带状近似东西展布于矿区中部及北部, 据区域地质资料, 该段地层厚度 $216.67\sim 237.43\text{m}$, 平均厚 226.52m ; 岩性主要为灰色、深灰色薄至中厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩, 夹细粒砂岩、粉砂质泥岩及泥岩。该层段裂隙不发育, 岩体较完整, 且粉砂质泥岩及泥岩夹层较发育, 为富水性弱的裂隙含水层。

1.3.3 侏罗系中统千佛岩组(J_2q)含水层

该地层呈条带状近似东西展布于矿区中部, 据区域地质资料, 其厚度 $201.75\sim 382.00\text{m}$, 平均厚 277.56m ; 岩性主要为灰色、灰绿色薄至中厚层状粉砂岩, 夹细粒砂岩及泥岩。巷道揭穿该层段时有地下水流出, 流量为 $0.074\sim 5.116\text{L/s}$, 碗厂河 34-1 号钻孔井口流量 3.826L/s , 为富水性中等的裂隙含水层。

1.3.4 侏罗系中统下沙溪庙组(J_2xs)隔水层

该地层呈条带状近似东西展布于矿区南部, 据区域地质资料, 其厚度 $219.00\sim 554.00\text{m}$; 岩性主要为紫红色泥岩, 夹灰绿色中厚层状粉砂岩、灰色细粒砂岩及中粒砂岩, 地层岩石中泥质含量高, 隔水性能好, 为富水性弱的隔水层。

1.3.5 第四系(Q_4)孔隙含水层

该含水层主要分布于山间冲沟两侧及地势低洼处, 由松散的残坡积、冲洪积物组成, 主要成分为黄褐色黏土、砂质黏土、砂土、碎块石土、砾石等, 为地表岩石风化后形成的坡积、残积碎石、砂土、亚砂土等。一般蓄水条件差, 接受大气降雨补给, 透水性好, 储水性差, 为富水性弱孔隙含水层。

1.3.6 矿区含、隔水层小结

根据岩性组合、水理性质等特征将矿区内地层划分为含水层、弱含水层与隔水层。含水地层主要为三叠系上统须家河组第六段(T_3xj^6)、侏罗系下统白田坝组第一、二、三段($J_1b^1\sim J_1b^3$)及侏罗系中统千佛岩组(J_2q)等裂隙含水层和第四系(Q_4)残坡积、洪冲积层孔隙含水层。弱含水地层为三叠系上统须家河组第七段(T_3xj^7)、侏罗系下统白田坝组第四段(J_1b^4), 该两段地层含水性与其上、下地层含水性相比较明显要弱。隔水地层为侏罗系中统下沙溪庙组(J_2xs)。矿区地层含、隔水层划分情况详见表 1。

1.4 地下水的补给、径流、排泄条件

区内地势陡峭, 地形起伏较大, 总体为北高南低的叠瓦状顺向坡, 地面纵坡降大。地下水类型主要为砾岩、砂岩孔隙裂隙水, 第四系覆盖层较薄, 含水地层出露良好, 地下水主要接受大气降水补给。大气降水入渗后, 在重力作用下, 顺岩层倾向运移, 经岩石的风化裂隙与构造裂隙等地下通道汇入地层深部, 在开采位置较低的矿井中排出, 若遇弱透水层时, 则在地形切割含水层的地方溢出成泉。

表1 矿区地层含、隔水层划分一览表

地层	岩性组合特征	厚度(m)	含、隔水性	富水性
下沙溪庙组 (J ₁ xs)	紫红色泥岩, 夹灰绿色中厚层状粉砂岩、灰色细粒砂岩及中粒砂岩。	—	隔水层	弱
千佛岩组 (J ₁ q)	灰色、灰绿色薄至中厚层状粉砂岩, 夹细粒砂岩及泥岩。	277.56	裂隙含水层	中等
白田坝组 (J ₁ b ¹)	灰色、深灰色薄至中厚层状粉砂岩, 夹细粒砂岩及泥岩。	274.90	裂隙弱含水层	弱
白田坝组 (J ₁ b ²)	浅灰色厚层状中至粗砾岩, 砾石成分为石英及少许燧石, 硅质胶结, 砂质充填。	33.98	裂隙含水层	中等
白田坝组 (J ₁ b ³)	灰色薄至中厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩, 夹薄层泥岩及细粒砂岩。	26.92	裂隙含水层	中等
白田坝组 (J ₁ b ⁴)	浅灰色厚层状中至粗砾岩, 砾石成分为石英及少许燧石, 硅质胶结, 砂质充填。	49.82	裂隙含水层	中等
须家河组 (T ₃ xj ¹)	灰至深灰色中至厚层状细粒砂岩、粉砂岩粉砂质泥岩夹泥岩及煤层。	129.31	裂隙弱含水层	弱
须家河组 (T ₃ xj ⁶)	灰色厚层状中粉砂岩, 夹细砾岩及粗砂岩。	—	裂隙含水层	弱~中等

2 矿井充水因素分析

2.1 大气降水

本大气降水是矿区地表水及地下水的主要补给源, 亦是矿井充水的主要水源。大气降水经地表入渗后, 可沿岩石的风化裂隙与构造裂隙等地下通道渗入矿井, 成为矿井充水水源, 其渗入量与大气降水时间及降水强度密切相关。

2.2 地表水体

矿区范围内无大的地表水体, 仅有季节性溪沟, 自西向东依次主要为桥河沟、石洞沟和酉家沟。溪沟水可经地层裂隙渗透进入矿井, 是矿井充水的间接水源。但由于其水量仅雨季暴雨时较大, 平时流量极小, 旱季时甚至干涸断流, 故而对矿井充水影响较小。

2.3 煤层顶板砂岩裂隙水

矿区主采煤层 K10、K11、K12、K13 煤层均位于须家河第七段下部, 各煤层层间较小, 且 K10 煤层顶板与 J₁b¹ 地层底板间距大于该 4 层煤综合计算导水裂缝带高度。故白田坝组及其上的各含水岩组地下水不会直接涌入 K10 及其以下煤层采空区, 煤系地层 (T₃xj¹) 中各煤层顶板导水裂缝带高度内的砂岩裂隙水是其开采时顶板的直接充水水源。

2.4 煤层底板层间承压水

矿区主采的 K13 煤层底板为须家河组第六段 (T₃xj⁶) 富水性弱~中等的砂岩裂隙含水层, 据延伸勘探 ZK37-2、

ZK41-1 号钻孔抽水试验时对该层段静止水位观测成果, 该含水层水体具有承压性。该层段底板下距 K13 煤层底板 0.33~7.27m, 是 K13 煤层的底板直接充水含水层, 是 K13 煤层以上各煤层的底板间接充水含水层。

2.5 采空区及老窑积水

2.5.1 石洞沟煤矿老空水

石洞沟煤矿采空区位于后续开采部位的高位, 且均已密闭, 在密闭处均留设有泄水孔, 采空区积水不易储存, 加之开采煤层为急倾斜煤层, 煤层顶底板岩层采动裂隙发育, 亦不利于采空区储存积水, 采空区内汇入的水通过各密闭石门泄水通道排入回风大巷, 无大量采空区积水现象。

2.5.2 其他小窑老空水

石洞沟煤矿各主采煤层的露头均位于矿权范围北部开外, 据调查访问, 上世纪中后期在煤层露头附近出现不同规模的小窑, 开采深度较浅, 采掘规模较小。

2.6 陷落柱导水

石洞沟煤矿生产过程中共揭露陷落柱 2 个, 根据井下物探、钻探及巷道工程揭露情况反映: 两个陷落柱内均不含水, 对矿井不构成导水作用, 目前尚不存在导水性, 对本矿井生产水患影响较小。

3 矿井水文地质问题及防治措施

3.1 地表水体水害问题

矿区内的季节性溪沟桥河沟、石洞沟和酉家沟均切割煤层露头, 与矿井存在一定的水力联系, 溪沟水可经岩层裂隙渗透进入矿井, 特别是在雨季时, 其渗入量会明显增加, 可对矿井造成一定的水患危害。其主要防治措施如下:

①严格遵照相关规程、规范划定地表水体防(隔)水煤柱线, 留设防(隔)水煤柱;

②掌握地表溪沟附近巷道的出水状态, 定点监控出水量、水的特性变化动态, 做好预测预报工作, 对预测的出水部位进行注浆堵水。

③落实并保证矿权边界隔离煤柱的完整性, 严禁超层越界开采。

3.2 本矿井采空区积水水害问题

石洞沟煤矿采空区位于后续开采部位的高位, 采空区内积水若不及时排除, 将引发下部煤层开采水害问题。其主要防治措施如下:

①明确采空区边界, 开采下水平煤层时, 严格按照《煤矿安全规程》、《煤矿防治水细则》要求预留的足够的防隔水煤柱。

②发现水患采取“探、防、堵、疏、排、截、监”的防治水措施进行综合治理, 严禁超层、越界开采, 在防治水工作方面与相邻矿井要形成联防联测机制, 避免水患事故的发生。

③严禁在采空区进行任何采掘活动。

3.3 煤层顶、底板砂岩裂隙水水害问题

矿区主采煤层均位于含煤地层须家河组第七段(T_{3xj}^7)下部,且层间距较小,煤层顶板砂岩裂隙含水层受采动影响,其裂隙将与矿井贯通,岩体中储存的水会沿贯通裂隙进入矿井,对矿井造成一定的水患危害。其最下煤层 K13 煤层与须家河组第六段(T_{3xj}^6)砂岩裂隙含水层间距仅 0.33~7.27m,距离极近,且该含水层水为承压水,极易突破 K13 底板涌进矿井而导致水害事故发生。主要防治措施为:加强对巷道顶、底板出水点的观测,定点监控出水量、水的特性变化动态,做好预测预报工作。

3.4 封闭不良钻孔导水水害问题

在延伸勘探施工的钻孔中 ZK36-1 号钻孔原孔位因孔内事故遗留有 250m 钻杆,遗留物使钻孔无法正常封闭,可能存在封闭不良钻孔导水隐患。矿井开采至该孔位附近时,应做好探放水工作,并严格按照《煤矿安全规程》、《煤矿防治水细则》要求预留的足够的阻隔水煤柱。

4 结束语

在煤矿生产和建设过程中,矿井水害是影响矿井安全的重要因素。分析和研究矿井水害类型及其充水因素,对

于水害的防范和治理具有十分重要的意义。在查清矿井水害水患后,采取有针对性的、有效的防范与治理措施,才能对矿井中各种水害事故的发生产生有效的预防作用,确保煤矿的安全生产。

【参考文献】

- [1]张锋.四川省旺苍县石洞沟井田石洞沟煤矿资源储量核实及延伸勘探报告[D].广元:四川省恒升晟睿勘察设计有限公司,2022.
 - [2]曹虎生,胡伟,郝忠宝.黄蒿界煤矿水文地质特征及充水因素分析[J].陕西煤炭,2022,41(4):134-137.
 - [3]李相海.浅谈苇子沟煤矿水文地质特征及防治措施[J].煤矿现代化,2022,31(1):113-115.
- 作者简介:钱直明(1991.6-),男,重庆开州人,汉族,本科,工程师,现从事水工环勘查及矿产勘查工作;颜小平(1974.8-),男,四川三台县人,汉族,本科,工程师,现从事矿山地质及测量工作;胡平(1982.2-),男,四川盐亭县人,汉族,大专,工程师,现从事矿山地质及测量工作。