

青龙寺井田水文地质特征分析

赵熙宁, 张勇

(陕西省煤田地质局 185 队, 陕西 榆林 719000)

摘要:青龙寺井田位于陕北侏罗纪煤田神府矿区新民开采区中部,地质构造简单,主要可采煤层为延安组 3⁻¹ 和 5⁻² 煤层。井田主要含水层为第四系冲积层孔隙潜水、侏罗系延安组裂隙承压水和烧变岩空洞裂隙潜水。含水层主要接受大气降雨的入渗补给,补给量较小,因而富水性较弱。分析认为:未来矿井开采时的主要充水通道为煤层采空区顶板冒落形成的导水裂隙带,充水强度与大气降雨关系密切,在暴雨或持续降雨、渗透条件较好时,充水量大,其余时段和层段的充水量较小;开采 5⁻² 煤层时对顶板砂岩水应以疏放为主。

关键词:水文地质条件;含水层;充水因素;青龙寺井田

中图分类号:P641.4⁺.61

文献标识码:A

Hydrogeological Characteristic Analysis in Qinglongsi Minefield

Zhao Xining, Zhang Yong

(No.185 Exploration Team, Shaanxi Bureau of Coal Geological Exploration, Yulin, Shaanxi 719000)

Abstract: The Qinglongsi minefield is situated in the middle part of Xinmin mine district, Shenmu-Fugu mining area of northern Shaanxi Jurassic coalfield. It is simple geological structured with main mineable coal seams of Nos.3-1 and 5-2. Main aquifers in the minefield have Quaternary alluvium pore-space phreatic water, Jurassic Yanan Formation fissure confined water and burnt rock cavity fissure phreatic water. Aquifers are mainly recharged by small amount of infiltrated atmospheric precipitation, thus weaker water yield property. Analysis considered that: in future coal mining, the main water filling channel is water conducted fissure zone caused by coal roof caving, water filling intensity has close relation with atmospheric precipitation, large water filling amount during torrential and durative rain with good filtration conditions, on the contrary, smaller water filling amount. To the roof sandstone water, main measure should be adopted is drainage during the mining of No.5-2 coal seam.

Keywords: hydrogeological condition; aquifer; water filling factor; Qinglongsi minefield

青龙寺井田位于陕北侏罗纪煤田神府矿区新民开采区的中部,东距府谷县约 46km,南距神木县约 30km 处。区内地貌以黄土丘陵为主,地表大部分被第四系黄土及新近系红土覆盖,局部地段有薄层片沙,沟谷纵横,植被稀少,有利于大气降水的径流。区内地下水富水性弱,地表水仅分布于大、小板兔川,虽属常年性流水但枯水期流量较小,因此,查明井田的水文地质特征对矿井安全开采,解决矿区的工业用和生活用水具有十分重要的现实意义。

1 地质特征

1.1 自然地理

青龙寺井田位于陕北黄土高原东北部,属典型黄土丘陵沟壑区地貌单元,地表因受长期的冲刷与侵蚀,形成了沟谷切割、梁峁相间、坡陡壁峭,地形

支离破碎、河谷陡峻狭窄的地貌景观。地表植被稀少,水土流失严重。井田内地势总的趋势是北东高,西南低,海拔标高一般为 1 110~1 280m,最高点在井田的东北角处(1 336.0m),最低点在井田西边界中部(1 073.0m),地表相对高差一般为 100~150m,最大为 263m。井田内较大的沟谷为大板兔川和小板兔川。

本区地处中温带,为典型的中温带半干旱大陆性气候区,冬、春季节受蒙古寒流影响,雨水稀少,气候干燥寒冷,西北季风盛行,是主要风沙期;夏、秋季节雨量集中,气候温和多东南风。全年降水量分布极不均匀,雨季多集中在 7~9 月份,占年降水量的 66%。每年 11 月至次年 3 月为冰冻期。

1.2 地层

井田地表绝大部分被新近系、第四系沉积物覆盖,仅沿大、小板兔川及其支沟有基岩出露。井田地层由老至新依次为:三叠系上统永坪组(T_{3y}),侏罗系下统富县组(J_{1f})、中统延安组(J_{2y}),新近系上新统

作者简介:赵熙宁(1974—),1999年毕业于中国矿业大学,工程师,从事水文地质工作。

收稿日期:2009-04-22

责任编辑:樊小舟

保德组(N_2b),第四系上、中更新统(Q_{2+3}),全新统河流冲积层(Q_{4al})及风积沙(Q_{4eol})。

井田内含煤地层为延安组,含煤近20层,其中有对比意义煤层9层,可采煤层4层(5、4、3、2)。因遭受后期剥蚀,延安组第五段大部遭受剥蚀,其余各段均有展布。 3^{-1} 、 5^{-2} 煤层为全区可采的主要可采煤层, 3^{-2} 、 4^{-2} 煤层为局部可采煤层。

1.3 构造

神府矿区地层区划属华北地层区鄂尔多斯盆地分区。大致在三叠纪中晚世,本区才逐渐与华北地区解体分离,成为独立的内陆沉积盆地—鄂尔多斯盆地的一部分,地层结构及岩性特征与华北地区相似。

神府矿区构造单元处于鄂尔多斯台向斜宽缓的东翼—陕北斜坡东北部上。中生代以来的地层基底是坚固的前震旦系结晶岩系,地史上历次构造运动对本区影响甚微,主要表现垂向运动为主形成的一系列沉积间断假整合面,区内构造极其简单,为一个倾角 1° 左右的单斜构造。

井田内岩层平整,水平层理发育。据钻探资料分析,井田内未发现断层和褶曲构造,煤层底板等高线坡降为 $0.5\%\sim 1.2\%$,与地表观察一致,符合区域地层坡降特点。

2 水文地质条件

2.1 区域水文地质条件

矿区周围地貌属陕北黄土高原北部,鄂尔多斯与毛乌素沙漠的东南缘,按地貌成因类型及含水层富水性,结合地下水的出露情况和岩性的差异,将区域可划分为河谷区、风沙区和黄土梁峁丘陵区三个水文地质分区。东部及南部为黄土梁峁丘陵区,沟谷发育侵蚀强烈,地形支离破碎,有利于降水及地下水的排泄,岩层富水性较差。西部及西南部为风沙滩地,地形比较平缓,地表沙丘、沙地连绵不断,极易接受降水补给,于地形低洼处局部可形成富水地段。河谷区地势平坦水位一般埋藏较浅,易接受地表水和降水入渗补给,在冲积层分布范围广、沉积厚度大且近河地段富水性较好。

2.2 井田水文地质条件

根据地下水埋藏条件及水力特征,将井田内含水层划分为新生界松散岩类孔隙潜水和中生界碎屑岩类裂隙承压水、烧变岩裂隙潜水三类。隔水层有厚层粉砂岩、泥岩和土层等。

2.2.1 第四系冲积层(Q_4^{al})孔隙潜水含水层

呈条带状分布于大、小板兔川及其各较大支沟中,形成河漫滩及堆积阶地,阶地分布极不对称,河

谷相对较开阔、平坦,一般宽约200m,而在大板兔川的梁家塔以上地段,河谷平均宽约800m。冲积层主要由细粉沙、卵砾石及黄土状亚砂土组成,含水层厚度小于5m,富水性中等,受季节影响变化较大。

2.2.2 第四系上、中更新统黄土(Q_{2+3})及新近系上新统红土(N_2b)相对隔水层

井田内的黄土及红土大面积覆盖于基岩上并连续分布,在沟谷地段被冲刷切割使基岩出露。岩性以灰黄色、红色的亚砂土、粉质粘土及棕红色的亚粘土为主,含钙质结核,具柱状节理,厚度 $0\sim 60.20m$ 。黄土及红土结构较致密,具硬塑状态,为区内相对良好的隔水层。

2.2.3 侏罗系中统延安组(J_2y)裂隙承压水含水层

本组为区内的含煤地层,并在区内的沟谷两侧出露,第四系黄土或第三系红土直接覆盖其上。据区内施工钻孔揭露,该组厚度 $117.86\sim 311.36m$,平均 $190m$,岩性由中、细粒砂岩、粉砂岩、泥岩、砂质泥岩及数层煤组成,岩石结构致密,节理裂隙不发育,富水性差。

出露地表的基岩,在垂向和侧向都存在有风化现象,基岩顶部风化裂隙普遍发育,存在风化裂隙潜水,风化带深度一般20m左右。该层出露的泉流量一般小于 $1L/s$,富水性较弱。

延安组各煤层之上的含水层岩性以浅灰色、灰白色的中、细粒砂岩为主,结构致密, $RQD>70\%$,富水性弱。据5-3号孔全煤系地层抽水试验资料:含水层厚度 $50.15m$,当降深 $S=38.53m$ 时,单位涌水量 $q=0.000571L/s\cdot m$,渗透系数 $K=0.00080m/d$,矿化度 $0.627g/L$,水化学类型为 $HCO_3-Ca\cdot Na$ 型,富水性差。

总体而言,延安组基岩裂隙承压水含水层富水性弱(表1),主要原因是基岩裂隙不发育,砂体彼此不连续,且上部有较厚的黄土或红土隔水层存在,补给条件差。

2.2.4 烧变岩空洞裂隙潜水含水层

在井田内 3^{-1} 煤层自燃区沿大、小板兔川及其支沟两边呈不规则连续分布,自燃区宽 $100\sim 500m$; 3^{-2} 煤自燃区宽约200m。 3^{-1} 煤和 3^{-2} 煤烧变岩重叠区,宽约200m。煤层自燃后其上部岩石烧变为砖红色、紫色、有的烧变似炉渣状,岩体空洞裂隙非常发育,连通性极好。烧变岩的富水性除与松散含水层补给条件及空洞裂隙的发育有关外,还受储水构造的影响。本区属单斜构造,不利于烧变岩储水,且烧变岩层位均位于当地侵蚀基准面之上,故无该层位出露的泉。据邻区南梁井田烧变岩泉水流量 $0.11\sim 0.22L/s$ 来看,本区烧变岩含水微弱,但不排除在沟流南侧

的某些烧变岩地段有大的储量的可能。

纵观本井田的地形地貌,结合本井田的水文地质特征,井田内的主要含水层为第四系冲击层潜水含水层、煤系地层基岩裂隙承压水含水层及烧变岩裂隙孔洞潜水含水层,由于特殊的水文地质条件,其富水性均较弱(表 1),对煤矿开采不会构成水害威胁。

表 1 井田内个煤系地层各岩段水文地质特征

Table 1 Minefield hydrogeological characteristics of each sector of coal measures strata

| 孔号 | 含水层名称 | 水位降低/m | 涌水量/L·s ⁻¹ | 单位涌水量/L(s·m) ⁻¹ | 渗透系数/m·d ⁻¹ | 矿化度/g·L ⁻¹ | 水质类型 |
|-----|----------------------------------|--------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 2-3 | 3 ⁻¹ ~5 ⁻² | 40.56 | 0.027 | 0.000666 | 0.00067 | 0.340 | HCO ₃ -Ca·Mg |
| 2-3 | J ₂ y | 38.42 | 0.027 | 0.000703 | 0.00057 | 0.320 | HCO ₃ -Ca·Mg |
| 3-3 | J ₂ y | 59.97 | 0.022 | 0.000367 | 0.00055 | 0.929 | HCO ₃ -Ca·Mg |
| 5-3 | J ₂ y | 38.53 | 0.022 | 0.000571 | 0.00080 | 0.627 | HCO ₃ -Ca·Na |
| QL4 | J ₂ y | 10.37 | 0.0048 | 0.000463 | 0.000296 | 0.599 | HCO ₃ ·SO ₄ -Na |
| QL4 | 3 ⁻² ~5 ⁻² | 14.20 | 0.00429 | 0.000302 | 0.000340 | 0.485 | HCO ₃ -Ca·Mg |

2.2.5 地下水的补给、径流、排泄条件

井田内松散层主要接受大气降水的入渗补给,补给量受地形地貌、降水程度及降水形式等多种因素的控制。井田内地形破碎、沟深坡陡、入渗系数较小,一般小于 0.1。本井田地形不利于降水入渗,而多以地表径流由高向低至沟谷排泄。蒸发作用也是主要的排泄方式之一。

基岩裂隙承压水除在裸露区直接接受大气降水补给之外,还接受区域侧向补给和上部地下水的渗透补给,此外在沟谷切割强烈区还接受地表河流水

的补给。承压水迳流主要受单斜构造的影响基本沿岩层倾向由东北向西南方向缓慢运移,在地形较低处以泉的形式排泄,或侧向流出区外,补给区外地下水(图 1)。从整体上看,区内承压水无统一的隔水顶板和补给区,且含水岩体在横向上具不连续性,在垂向上具分段性,储水空间相对封闭,水流动缓慢,水量小、水质差,排泄条件亦差。

2.2.6 水化学特征

井田内地表水、地下水中主要化学特征见表 2。

由井田内地表及地下水化学类型分析:地表水为 HCO₃-Ca·Mg·Na 或 HCO₃·SO₄-Ca·Mg 型水,矿化度一般小于 800mg/L,总硬度小于 0.22g/L。属中矿化度、硬度稍大的淡水。地表水化学成份主要受补给源、径流条件、气象及污染源等因素的控制。地下水化学成份在水平方向受岩性和地貌条件的控制,在垂向上受埋深、构造裂隙发育程度及补、径、排条件的制约。地下水化学成份以 HCO₃·SO₄-Ca·Mg·Na 型为主,矿化度一般小于 800mg/L,水质相对较差,水化学类型复杂,并且在垂向上表现出随着深度的增加,地下水运动变慢、交替不畅、水化学类型由简单到复杂,矿化度也逐渐升高的趋势。

3 充水因素分析

依据井田水文地质条件及煤层覆岩结构类型,矿井充水方式有直接和间接两种,它们分别受大气降水、地表水和地下水等因素的控制,且相互之间具有一定的水力联系,对未来矿井开采有不同程度的影响。

本井田水文地质条件简单,各含水层富水性微弱,未来矿井开采时,矿井充水的水源主要有:

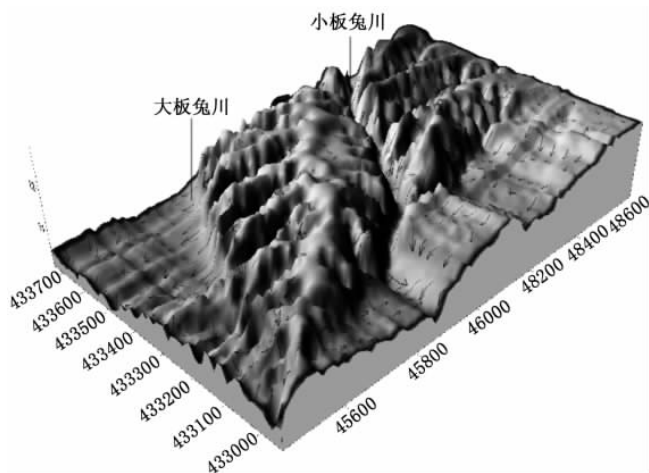


图 1 地下水流向图

Figure 1 Underground water current direction

表 2 井田地表、地下水化学特征统计表

Table 2 Statistics of minefield surface water and groundwater hydrochemistry characteristics

| 采样位置 | 含水层时代 | 总硬度/mg·L ⁻¹ | 矿化度/mg·L ⁻¹ | pH 值 | 水化学类型 |
|------------|------------------|------------------------|------------------------|------|---|
| 小板兔川沟流水 | J ₂ y | 166.28 | 592 | 7.95 | HCO ₃ -Ca·Mg·Na |
| 大板兔川沟流水 | J ₂ y | 168.52 | 558 | 7.75 | HCO ₃ ·SO ₄ -Ca·Mg |
| 2-3 号孔煤系地层 | J ₂ y | 175.24 | 320 | 7.80 | HCO ₃ -Ca·Mg |
| 3-3 号孔煤系地层 | J ₂ y | 489.57 | 929 | 7.60 | HCO ₃ ·SO ₄ -Ca·Mg·Na |
| 5-3 号孔煤系地层 | J ₂ y | 288.91 | 627 | 8.20 | HCO ₃ ·SO ₄ -Ca·Na·Mg |
| QL4 号孔煤系地层 | J ₂ y | 72.34 | 599 | 7.64 | HCO ₃ ·SO ₄ -Na·Ca |

3.1 充水水源

3.1.1 大气降水

区内多年平均降水量 436.7mm, 降水多集中在 7~9 月, 并以暴雨形式出现。由于本区属黄土梁峁区, 沟谷发育, 降雨多以径流的形式排泄, 少量通过裂隙下渗(当导水裂隙带高度沟通土层时)入矿井, 为矿井的间接充水水源。

3.1.2 地表水

井田内的主要沟流为小板兔川和大板兔川, 分别从井田的中部及西部通过, 且均为常年性河流, 但河流量较小, 只在雨季有洪流现象。当矿井大巷及工作面穿越沟谷底部、并由采煤引起的导水裂隙带高度波及地表时, 将会引起地表水由此而进入矿井, 为矿井的间接充水水源。因此, 应在雨季加强井下水文观测, 并应加强井下的设排能力, 以免地表水对矿井的生产造成影响。

3.1.3 地下水

本区地下水主要为煤层地层裂隙承压水, 通过抽水试验及泉流量分析可知, 本区地下水含水微弱, 易于疏干。各煤层之上的砂岩含水层, 其岩性一般为中、细粒砂岩, 结构致密、裂隙不发育, 虽为煤层的直接充水含水层, 但不会对矿井的生产造成威胁。

除上述充水水源外, 老窑积水及上部煤层采空区积水也不容忽视, 当采区工作面接近时, 易发生突水灾害, 应予以重视。

3.2 充水通道

矿井充水水源是通过一定的渠道流向矿井。但就本区而言, 充水通道主要为煤层采空顶板冒落形成的导水裂隙带(表 3)。

经计算: 区内局部地段当煤层采空后, 导水裂隙带将发育至基岩面以上, 在沟谷地段采煤时可能会

表 3 冒落带、导水裂隙带计算结果表

Table 3 Estimated results of caving zone, water conducted fissure zone

| 煤层编号 | 上覆基岩厚度 或煤间距/m | 冒落带高度/m | 导水裂隙带高度/m |
|-----------------|------------------|------------|-------------|
| 3 ⁻¹ | 0~95.11 | 9.59~20.09 | 24.40~45.52 |
| 3 ⁻² | 22.82~33.87 | 3.52~7.92 | 16.51~32.99 |
| 4 ⁻² | 27.77~43.98 | 3.24~9.76 | 17.49~39.47 |
| 5 ⁻² | 54.77~86.37 | 4.16~18.60 | 19.75~70.59 |

导通地表水; 在雨季时大气降水及山洪会沿导水裂隙带进入矿坑, 有可能对矿井造成危害。

本井田地貌特征为黄土梁峁区, 其上覆第四系松散层含水极弱, 基岩富水性亦弱, 但在基岩薄弱、冒裂裂隙贯通地段, 渗透性好, 矿井充水强度主要受季节影响。主要反映在暴雨或持续降雨、渗透条件较好时, 矿井充水量将大幅增加, 特别是经过沟谷地段。其余地段和层段矿井充水强度较小。

4 结论

①青龙寺井田地貌特征为黄土梁峁区, 其上覆第四系松散层含水极弱, 基岩富水性亦弱, 但在基岩薄弱、冒裂裂隙贯通地段, 渗透性好, 矿井充水强度主要受季节影响。主要反映在暴雨或持续降雨、渗透条件较好时, 矿井充水量将大幅增加, 特别是经过沟谷地段。其余地段和层段矿井充水强度较小。

②井田内地下水富水性弱, 地表水仅分布于大、小板兔川, 虽属常年性流水但枯水期流量较小。

③井田内 5⁻² 煤在侵蚀基准面以下, 未来矿井开采时对顶板砂岩水应以疏排为主。在开采前应进行科学论证, 采区各种技术手段查明防治因素。

参考文献:

- [1] 魏捐鹏, 等. 陕西省陕北侏罗纪煤田神府矿区青龙寺井田煤炭勘探报告[R]. 陕西 榆林: 陕西省煤田地质局 185 队, 2008.

(上接第 32 页)

④逐步疏干四、五灰水, 安全开采 10 层煤。

⑤未封闭钻孔和封闭不良钻孔要重新封闭, 特别是揭露徐灰和奥灰的钻孔, 以切断徐、奥灰水通过钻孔和其他煤系含水层联系。勘探时期, 井田内共施工钻孔 104 个, 水文补充勘探期间施工钻孔 6 个, 另有井筒检查孔 2 个。全井田各期勘探共施工钻孔 112 个。在封闭不良钻孔中, 未封闭的有 13 个, 粘土封闭的有 3 个, 封孔情况不清(无封孔资料)的有 4 个, 这些钻孔必须启封处理。对其他封闭不良钻孔, 应根据开拓开采进程分析其对开采的影响, 逐步进行启封处理或留好防水煤柱。

另外, 20⁻²、22⁻³ 两个奥灰长观孔, 属于临时止

水, 多年后止水可能失效, 要注意处理好这两个钻孔, 必要是进行启封。

⑥对物探确定的陷落柱要用钻孔予以证实, 一旦证实, 要准确确定其范围, 并留设防水煤柱, 防止奥灰水通过陷落柱进入矿井。

参考文献:

- [1] 山东科技大学地科学院. 新汶矿业集团公司赵官矿—新汶矿业集团公司赵官矿井综合水文地质报告[R]. 山东 泰安: 山东科技大学地科学院, 2006.
- [2] 煤炭工业济南设计院有限公司. 新汶矿业集团公司赵官矿—赵官矿井及选煤厂初步设计[R]. 山东 济南: 煤炭工业济南设计院有限公司, 2008.