

雅店煤矿水文地质条件及防治水研究

杨占盈,白有社

(陕西省煤田地质局一九四队,陕西 铜川 727000)

摘要:雅店煤矿位于彬长矿区北部,地质构造简单,主要可采煤层为延安组的4#煤层。通过对矿井水文地质条件的分析研究,认为对矿井安全生产有影响的含水层主要为富水性中等且水头压力较高的洛河组含水层,导水通道主要为煤层开采形成的导水裂隙带。提出了矿井井筒施工和煤层开采过程中,在防治水工作中应借鉴临近矿井的经验,加强首采工作面煤层采动前、后含水层变化规律及导水裂隙带发育规律的研究,采用超前探水、疏水降压、合理留设防水煤岩柱等防治水建议。

关键词:水文地质条件;含水层;充水因素;防治水;雅店矿井

中图分类号: TD163

文献标识码: A

A Study on Yadian Coalmine Hydrogeological Condition and Water Control

Yang Zhanying, Bai Youshe

(No.194 Exploration Team, Shaanxi Bureau of Coal Geological Exploration, Tongchuan, Shaanxi 727000)

Abstract: The Yadian coalmine is located in north part of the Binchang mining area. Geological structure in the area is simple; No.4 coal in the Yanan Formation is the main mineable coal seam. Through coalmine hydrogeological condition analysis, considered that safety mining impacting aquifers have medium water yield and rather high head pressure Luohe Formation aquifers, water conducted channels are mainly water flowing fractured zones formed during coal mining. Advised that during the shaft construction and coal mining courses should use neighboring coalmine experiences on water control for reference, strengthen studies on first mining area working face aquifer variation patterns before and after coal mining and water conducted zone development pattern, adopt advance water detecting, water drainage pressure lowering, rational water barrier setting measures.

Keywords: hydrogeological condition; aquifer; water filling factor; water control; Yadian coalmine

0 引言

彬长矿区是国家规划的陕西省又一大型煤化工基地。为充分发挥彬长矿区的煤炭资源优势,促进彬县煤炭工业的发展,以满足经济建设对煤炭资源的需求,彬县煤炭有限责任公司投资建设雅店煤矿,设计能力5.00Mt/a。

雅店煤矿位于彬长矿区北部东侧,西至泾河,东南及西南与胡家河井田相邻,北以陕甘省界(四郎河)为界,东西长约19km,南北平均宽约2.5km,面积78.11km²。井筒及工业广场位于区内西端偏南的杨家坡,即泾河东岸的二级阶地上(图1)。

区内地表水系较为丰富,主要为泾河水系及其支流,泾河从煤矿区西部通过,最大支流四郎河从煤矿北部边界流过,其他支流呈树枝状分布,多数常年

流水,但流量较小。区内地下水赋水情况较为复杂,在泾河河滩附近洛河组及含煤地层常出现涌水现象,涌水量及水压均较大。因此,查明该区的地质条件,对矿井安全生产具有十分重要的意义,同时也可保水采煤的协调统一,建设绿色矿井提供地质依据和安全保障。

1 地质条件

1.1 自然地理

矿区位于彬长矿区东北部边缘,主要为梁塬地貌,北部边缘为四郎河河谷,西部边缘为泾河河谷。总体地势呈南高北低,东高西低,最低点位于泾河河谷地带,高程864.7m,最高点位于东部的咀头,高程1252.0m,相对高差最大387.3m。

本区属暖温带半干旱大陆性季风气候。年平均气温为11.3℃,极端最高气温为39.5℃,最低气温为-22.5℃。年平均降雨量为535.7mm,蒸发量1322.3mm。

作者简介:杨占盈(1967—),男,陕西耀县人,工程师,从事煤田地质技术与管理工作。

收稿日期:2010-01-23

责任编辑:樊小舟

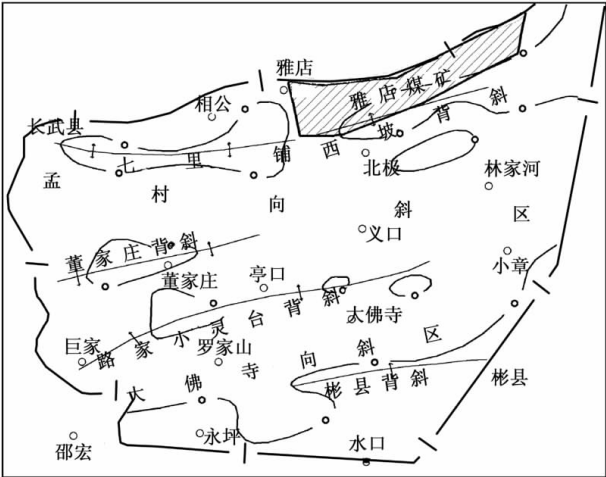


图 1 彬县矿区构造示意图

Figure 1 A sketch structure map of Binchang mining area

1.2 地层特征

该煤矿总体为一简单的单斜构造，地层倾角小于 5° (图 1)。区内基本被第四系覆盖,仅在西部泾河及北部四郎河两岸及各支沟沟口有白垩系上部基岩出露，属黄土掩盖一半掩盖的黄土梁塬沟壑地貌。区内地层由老至新依次为侏罗系下统富县组，中统延安组、直罗组、安定组，白垩系下统宜君组、洛河组、华池组，新近系和第四系。含煤地层为侏罗系中统延安组，1[#]、4[#]煤层为主要可采煤层。1[#]煤层厚度 0.20~3.60m，平均 2.21m，4[#]煤层厚度 0.15~20.87m，平均 12.07m。

2 水文地质条件

2.1 地表水

泾河由北向南流入区内，河谷宽阔，多在 1Km 左右，河床平缓，比降 2‰~7‰。据彬县景村水文站观测资料，最大流量 8 150m³/s(1983 年 7 月 29 日)，

枯水期最小流量 1m³/s，一般流量 57.70m³/s。泾河雅店村断面水质属 SO₄·Cl-Na 型，矿化度 3.039g/L。

四郎河至东向西从煤矿区边部流过，在雅店村附近流入煤矿区，并汇入泾河。上游河谷宽阔平坦，水流平缓，下游狭窄，水流湍急。据流量观测，上游流量小于下游流量，说明向下流动过程中接受了高位含水层的补给，水质属 HCO₃-Na·Mg 型及 SO₄·Cl-Na·Mg 型，矿化度 0.605~0.979g/L。

2.2 地下水

煤矿区属掩盖至半掩盖区，除沟谷有基岩出露外，山梁、坡地均被第四系覆盖。据地下水埋藏条件及水力特征，以赋水性质将煤矿区内含水层划分为孔隙潜水含水层和基岩裂隙含水层两种含水类型，隔水层划分为第四系更新统下部古黄土层、宜君组砾岩、安定组粉砂岩、富县组泥岩。

2.2.1 第四系松散层孔隙裂隙弱—中等含水岩组

主要包括第四系全新统冲洪积层和基岩风化层。第四系全新统冲洪积层主要以条带状展布于泾河、四郎河等河谷中，组成物质大小不一，结构松散，孔隙大，透水性强。钻孔资料显示，该含水层具典型的二元结构，上部以砂质粘土、粘土及粉沙为主，下部为含水的砂及砂卵石层，地下水埋深 0.5~5.00m。

基岩风化层主要为下伏华池组粉砂岩顶部的风化带，疏松破碎，孔隙度大，含水率增高，易形成风化裂隙，部分矿物风化变质，因与上部砂卵石层之间无隔水层，故与上部砂卵石层形成统一的含水岩组。

据井筒检查孔 J₁、J₂ 号钻孔抽水资料显示(表 1)，冲洪积层与基岩风化层富水性弱—中等，且分布极不均一。水文测井确定含水层位于冲洪积层和基

表 1 区内主要含水层抽水试验成果

Table 1 Pumping test results of main aquifers in the area

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
J1	Q	4.10	2.552	0.484672	5.928237	4.859	SO ₄ ·Cl-K+Na
J2	Q	14.81	0.091	0.006144	0.108627	4.700	SO ₄ ·Cl-K+Na
5-4	K ₁ l	10.22	1.461	0.163620	0.033722	5.277	SO ₄ ·Cl-K+Na
3-5	K ₁ h+K ₁ l	19.0	7.89L	0.535771	0.141018	4.826	SO ₄ ·Cl-K+Na
J1	K ₁ h+K ₁ l	10.16	6.143	0.632536	0.132822	4.497	SO ₄ ·Cl-K+Na
J2	K ₁ h+K ₁ l	12.6	7.278	0.599045	0.123659	4.525	SO ₄ ·Cl-K+Na
5-4	J ₂ z+J ₂ y	111.52	0.039	0.000350	0.000211	10.517	Cl·SO ₄ -K+Na
4-7	J ₂ z+J ₂ y	179.88	0.018	0.000100	0.000098	1.617	SO ₄ ·Cl·HCO ₃ -K+Na
J1	J ₂ z+J ₂ y	113.44	0.794	0.006999	0.012924	4.195	SO ₄ ·Cl-K+Na
J2	J ₂ z+J ₂ y	117.55	0.912	0.007758	0.009559	3.933	SO ₄ ·Cl-K+Na

岩风化层接触面附近,一般厚度 6~8m。

2.2.2 白垩系下统华池组孔隙裂隙弱—中等含水层

全区分布,沟谷及山坡普遍出露,由暗紫红色粉砂岩及泥岩组成,厚度 17.80~204.60m,平均 144.80m。据物探测井资料,岩层由上到下风化程度逐渐减弱,顶部疏松破碎,孔隙度大,含水率增高,易形成风化裂隙而有泉水出露,流量 0.014~0.644L/s,矿化度 0.524~0.782g/L,属 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{--K+Na}\cdot\text{Mg}$ 型水;中部由于存在数层薄层泥岩,裂隙不发育而不含水,河谷地带钻穿此层后常发生涌水现象,证明该层具隔水性,可以作为上下含水层的相对隔水层;下部接近洛河组顶界面时,裂隙比较发育,因与洛河组贯通出现涌水现象,富水性中等(表 1)。

2.2.3 白垩系下统洛河组砂岩孔隙裂隙中等含水层

全区分布,地表无出露,厚度 278.80~417.34m,平均厚度 342.92m,岩性以棕红色、砖红色中粒砂岩为主,中下部夹薄层砾岩、粉砂岩透镜体,该层厚度大,粒度粗。泾河河滩皆出现涌水现象,涌水量 10~50m³/h。

据区内多个钻孔对华池组下部和洛河组含水层混合抽水资料显示,涌水水头+8.80m(J_1)、+10.60m(J_2)、+23.20m(3~5),水文测井解释含水层主要分布在华池组下部、洛河组的上部和下部,含水层总厚度为 27.15~42.2m,富水性中等。

2.2.4 侏罗系中统直罗组与延安组裂隙弱含水层

全区分布,厚度 0~73.09m,平均厚度 33.81m,岩性以灰白色中、粗砂岩为主,粒度向下逐渐变粗;延安组是区内含煤地层,厚度 0~114.70m,平均厚度 65.66m,岩性以灰黑色泥岩、粉砂岩,灰白色中粒砂岩、粗粒砂岩,煤层,炭质泥岩组成。

据区内钻孔抽水资料,涌水量较小,但仍为涌水钻孔,涌水水头+1.72m(J_2)、+4.20m(J_1)、+15.8m(5~4)、+124.80m(4~7)。水文测井解释含水层主要分布在延安组上部和下部,含水层总厚度为 3.8~5.48m。

2.2.5 地下水补给、径流、排泄条件

第四系松散层潜水主要分布于河谷两侧,主要接受大气降水直接补给,其水量、水质与地表水关系密切。丰水期水位暴涨,地表水补给地下水,枯水期,地表水位下降,地下水则补给地表水。

基岩裂隙承压水主要接受区域侧向补给和上部地下水的渗透补给,在基岩露头区则直接受大气降水渗透补给,部分地下水顺层向深部移动,形成深层

承压水,在沟谷切割区便以泉的形式排泄地表形成地表水。

3 矿井充水因素分析

3.1 充水水源

本区水文地质条件中等,含水层富水性不等,矿井充水水源主要有以下因素。

3.1.1 大气降水

区内年平均降雨量为 535.7mm,蒸发量 1322.3mm,近 10 年最大降雨量 613.2mm,降水集中于 7~9 月,最大月降水量 339.1mm(2003 年)。第四系松散层接受降雨补给十分有利,但下伏有巨厚的基岩,且导水裂隙带高度未超过基岩顶面,故大气降水为矿井充水的间接水源。

3.1.2 地表水

区内地表水主要为西部边缘的泾河及北部的四郎河。煤层位于当地侵蚀基准面下,上覆基岩厚度远大于采煤后形成的导水裂隙带高度,不会导通地表水体,故其为矿井充水的间接水源。

3.1.3 地下水

影响矿井的地下水为煤层开采后形成的导水裂隙带范围内的含水层。区内第四系潜水由于未被导水裂隙带导通,故其为矿井充水的间接水源。洛河组地下水由于富水性中等,水头压力较高且大部分被导水裂隙带导通而成为矿井主要的直接充水水源,对煤层开采会造成直接的威胁,既而影响地下水资源。侏罗系安定组、直罗组、延安组砂岩含水层距 4[#]煤层较近,是矿井开采的直接充水含水层,虽具有较高的水头压力,但由于其厚度较薄,富水性极弱,且彼此被较稳定的隔水层阻隔,上、下含水层间的水力联系不密切,因此其对 4[#]煤层的开采影响不大,不会造成大的威胁。

3.2 充水通道

由于 4[#]煤层上覆基岩岩性以细砂岩、粉砂岩为主,其次为中粒砂岩,粗粒砂岩及泥岩,呈互层状结构,因而矿井充水的主要通道是冒落带、导水裂隙带,其次为原生结构面裂隙及一些人为的充水通道。

3.2.1 冒落、导水裂隙

导水裂隙带的高度与井下煤层开采厚度、煤层顶板管理方法、岩性等直接相关。根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》(GB12719-91)附录 F 中的中硬岩冒落带、导水裂隙带最大高度经验公式:

$$H_f = \frac{100M}{3.3n+3.8} + 5.1,$$

式中: H_f ——导水裂隙带最大高度, m;

M ——累计采厚, m;

n ——煤分层层数 (一次采全高放顶煤综采技术, 取 $n=1$)。

经计算, 导水裂隙带高度最大为 299.04m。根据钻孔资料对比, 区内有 46 个钻孔导水裂隙带突破洛河组含水层底界 (图 2), 突破高度为 3.0~144.24m, 对应煤层厚度为 7.7 (8-2 号孔)~20.87m (10-1 号孔)。

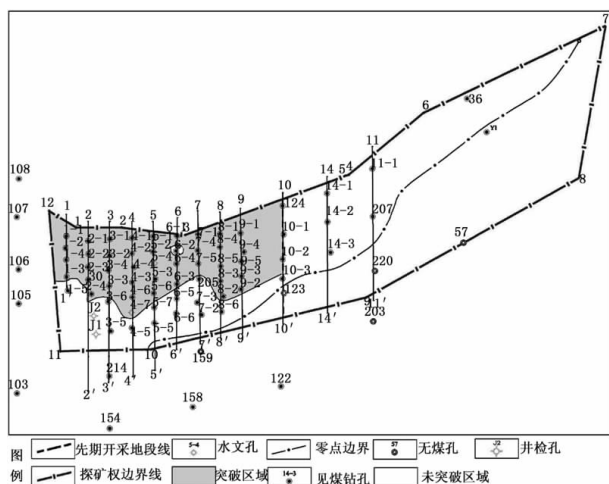


图 2 先期开采地段导水裂隙带突破洛河组含水层底界示意图

Figure 2 A schematic diagram showing water conducted zone projects into Luohe Formation aquifer bottom in advance mining sector

3.2.2 其它充水通道

区内基岩以细砂岩、粉砂岩、泥岩为主, 其次为中砂岩和粗砂岩。含水层隔水层呈互层结构, 含煤地层天然状态下地层裂隙不发育, 垂向补给极差, 侧向补给由于其渗透性差而显得微弱, 故其为弱的充水通道。需注意的是个别地方一些人通道可能会成为局部的主要通水途径, 如井筒通过松散层或地表水时采取的封闭防水措施不到位, 或者钻孔封闭质量差形成透水天窗等而会成为局部重要的导水通道。区内未发现落差大于 20m 的断层, 但在今后矿井建设中应注意研究具有导水意义的小构造。

3.2.3 充水强度

矿井充水强度主要决定于煤层顶板以上含水层的富水性、厚度及导水裂隙沟通各含水层的程度、采煤方式和开采强度等因素。根据勘探及井筒检查报告可知, 该矿井涌水量较大 (表 2), 导水裂隙带内洛河组已成为矿井主要充水水源, 对矿井生产会造成

表 2 涌水量预算表

Table 2 water inflow estimation

预算区域	正常涌水量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	最大涌水量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	预算方法
先期开采地段	125	191.67	比拟法
主井井筒	398.41	—	大井法
副井井筒	394.59	—	大井法
风井井筒	452.62	—	大井法

大的影响, 故应做好洛河组含水层的防水工作。延安组和直罗组、地表水、大气降水对矿井的生产无大的影响, 只是应防止一些人为因素导致地表水或第四系潜水进入矿井。

综上所述, 矿井直接充水含水层为直罗组和延安组砂岩裂隙含水层, 部分地段洛河砂岩裂隙水通过导水裂隙带可直接进入矿井。因此, 冒落、导水裂隙为矿井的主要充水通道。

4 矿井水防治

雅店矿井为彬长矿区规划的又一大型矿井, 主采 4# 煤层上覆基岩为一巨厚层状的砂岩含水层, 且存在大型地表水体泾河, 对矿井井筒施工和煤层安全开采形成了严重的威胁。

4.1 邻区矿井防治水工作

彬长矿区的大佛寺、亭南、下沟煤矿已在矿井水防治方面有成功的经验可以借鉴。

①大佛寺矿井。设计 800 万 t/a, 采用“两斜一立”混合开拓方式, 由彬长矿区开发建设和西安科技大学 2005 年 9 月合作完成的《陕西彬长矿区大佛寺矿复杂围岩环境大断面掘进与支护技术研究及应用》项目, 实现了在断面大、岩石破碎、涌水量大 ($100\text{m}^3/\text{h}$) 等复杂条件下顺利完成井筒施工, 缩短工期 10 个月, 产生经济效益 4097 万元;

②亭南煤矿。由山东淄博矿业集团投资建设, 核定能力 300 万 t/a, 采用立井开拓方式, 为陕西省第一个用“冻结法”施工的矿井, 2003 年 8 月 18 日采用“冻结法”施工工艺, 解冻后井筒最大涌水量 $40\text{m}^3/\text{h}$, 继而采用壁后注浆处理, 处理后的井筒涌水量在 $1\text{m}^3/\text{h}$ 以下, 经济效益明显。

③下沟煤矿。设计 300 万 t/a, 采用斜井开拓方式, 2004 年 8 月~2005 年 8 月陕西天地地质有限责任公司和彬县煤炭公司完成的《泾河下综放开采可行性研究及首采工作面试采设计》和《泾河下综放开采工作面设计》, 解决了泾河下压煤问题, 解放煤炭 4141 万 t。

4.2 矿井防治水工作建议

如何达到既保水又采煤的协调统一,仍是在理论上和技术上需研究的突出难题之一。为避免采矿构成重大安全事故,减少煤炭开发对水资源及生态环境影响,达到既保水又采煤,使之和谐统一,须做好一系列的研究和实践工作。

①应研究在洛河砂岩强含水层且水头压力较高、下部岩层破碎等复杂情况下,如何安全、经济的进行井筒和巷道的施工和支护等技术难题,选择合适的施工工艺进行科学施工。

②结合笔者在《彬长矿区保水与采煤分析》文中提出的留设原则确定防水安全煤岩柱的留设尺寸(防水安全煤柱高度 $H=18.4M$, M 为综放一次采全厚度),在确保安全兼顾环境效益前提下,对 4# 煤层宜采用分层综采或限厚综采的机械化采煤方法,即南部薄煤层以限厚开采为主,北部厚煤层采用分层开采。

③本区为特厚煤层,综放开采条件下覆岩破坏规律的研究到目前并不成熟,特别是基岩裂隙承压含水层下综放开采覆岩破坏规律研究更少(三带高度)。建议矿井开采首先通过首采工作面观测试验取得科研数据和经验后,再循序渐进布置工作面进行开采,从而解决泾河压煤问题。

④必须研究首采工作面在煤层采动前、后各含水层地下水变化规律以及煤层采动后导水裂隙带的发育规律,同时也要研究整个矿井和工作面的充水规律,为下一步确定合理的煤层采放高度和工作面布置尺寸打下可靠的基础。

⑤严格执行《煤矿防治水规定》,结合矿井水文地质条件,采用超前探水、疏水降压、合理留设防水安全煤柱等合适有效的防治水措施,减少对矿井安全生产的影响,减少煤炭开发对水资源及生态环境影响,达到保水采煤。

⑥在煤层开采或巷道掘进至河谷区以往施工钻孔位置时,应密切注意涌水情况,严防由于钻孔封堵质量差而导致地下含水层的相互串通或与煤层贯通。

5 结语

雅店矿井作为彬长矿区开发的又一大型矿井,主采 4# 煤层上覆洛河砂岩为强含水层且水头压力较高,且地表存在大型水体,使得矿井的建设面临诸多地质问题。为矿井井筒的安全经济施工和煤层科学开采,需要详细查明矿井的水文地质条件,合理确定防水煤岩柱和开采厚度,并做好矿井的防治水工作,达到既保水又采煤的和谐局面,保持矿区可持续发展。

参考文献:

- [1] 杨占盈,等.陕西省黄陵侏罗纪煤田彬长矿区雅店勘查区勘探地质报告[R].陕西 铜川:陕西省煤田地质局一九四队,2008.
- [2] 白有社,等.陕西彬县煤炭有限责任公司雅店矿井井筒检查工程勘查地质报告[R].陕西 铜川:陕西省煤田地质局一九四队,2009.
- [3] 国家安全生产监督管理总局.煤矿防治水规定[M].北京:煤炭工业出版社,2009.
- [4] 常光锋.黄陵一号煤矿水文地质特征和充水因素分析[J].煤炭工程,2009,(6):57-59.
- [5] 白有社,岳正喜,杨占盈.彬长矿区保水与采煤分析[J].中国煤炭地质,2008,20(1):21-24.

《矿井地质与矿井水文地质》

作者:李世峰、金瞰昆、刘素娟

责任编辑:潘俊成

定价:22.00

出版日期:2009 年 10 月

出版发行:中国矿业大学出版社

——“矿井地质与矿井水文地质”是资源勘查工程专业的一门重要专业课,主要侧重于煤矿山及煤田地质与勘探。为了适应高校改革发展的趋势,使学生向着宽口径、厚基础的方向发展,作为地质类专业教材,本书在系统讲解矿井地质工作的基础上,立足于实际应用,以期使学生全面了解矿山地

质工作。

本书主要分为三大部分,共八章。第一部分为有关矿床与采矿的基础知识;第二部分为矿井地质工作方法、矿井地质制图、矿井储量管理、影响煤矿生产的地质因素、矿井生产阶段的地质工作,这一部分是本书的重点;第三部分是有关矿井水的内容,包括矿坑突(涌)水、矿床疏干、井巷突水与防治和利用。

