

# 麦垛山煤矿侏罗系直罗组下段砂岩含水层的构造控水特征

吴德山

国家能源集团技术经济研究院

DOI:10.32629/eep.v9i1.3053

**[摘要]** 麦垛山煤矿的2<sup>#</sup>煤是矿井的主要开采煤层之一,但上覆侏罗系直罗组下段发育厚度较大的粗粒砂岩(即:七里镇砂岩含水层),距离煤层较近,且区内发育于家梁-周家沟背斜及F9、F10断层等一系列地质构造,对2<sup>#</sup>煤开采形成重大威胁。本文以2011~2012年进行的11采区水文地质补勘工程为基础,收集以往各阶段的地质勘查资料,从含水层的水文地质条件出发,分析矿井的地质构造与含水层的富水性、水力联系、水文参数及水化学特征等之间的相互联系,以此研究了构造对该含水层的控水特征。

**[关键词]** 麦垛山煤矿; 七里镇砂岩; 构造控水

中图分类号: X752 文献标识码: A

## Structural Water Control Characteristics of Sandstone Aquifer in the Lower Part of the Jurassic Zhiluo Formation in Maiduoshan Coalmine

Deshan Wu

Technical and Economic Research Institute of National Energy Group

**[Abstract]** In Maiduoshan Coalmine, 2<sup>#</sup> coal is one of the main mining coal seams. However, the coarse sandstone with large thickness is developed in the lower part of the Jurassic Zhiluo Formation (i.e. Qilizhen sandstone aquifer), it is closer to the coal seam, and a series of geological structures develop in the area, such as Yujialiang-Zhoujiagou anticlines and F9&F10 faults. They pose a major threat to 2<sup>#</sup> coal mining. This paper is based on the 11 mining area hydrogeological reinspection project carried out in 2011~2012, and collects geological survey data from previous stages, started from the hydrogeological conditions of the aquifer, analyzed the interrelationship between geological structure and aquifer water-rich, hydraulic, hydrological and hydrochemical characteristics, and has studied the water control characteristics of the aquifer.

**[Key words]** Maiduoshan Coalmine; Qilizhen sandstone; Structural water control characteristics

麦垛山煤矿位于宁夏鸳鸯湖矿区南部,是宁东能源化工基地开发建设的主要供煤矿井。全矿可采及局部可采煤层共20层,其中2<sup>#</sup>和6<sup>#</sup>煤层为主要开采煤层。本文通过分析以往各阶段勘探资料:该区侏罗系直罗组下段的砂岩裂隙孔隙含水层(即:七里镇砂岩含水层)是2<sup>#</sup>煤顶板的直接充水含水层,且大部分为中等富水,富水性相对较好,故采区范围内2<sup>#</sup>煤层顶板所承受的水压较大,约为1.44~5.0Mpa,尤其在构造裂隙发育且富水性较好的地段,煤层顶板承受着该含水层地下水的重大威胁<sup>[1-2]</sup>。

本文以麦垛山煤矿为研究范围,围绕侏罗系直罗组下段砂岩裂隙孔隙含水层的水文地质及构造发育特征,通过分析该区地质构造与含水层富水性、地下水流场及水化学特征等的相互联系,研究构造对该含水层的控水特征。

### 1 研究区地质概况

研究区内地层由老至新依次发育有:三叠系上统上田组(T<sub>3s</sub>)、侏罗系中统延安组(J<sub>2y</sub>)、直罗组(J<sub>2z</sub>)、古近系渐新统清

水营组(E<sub>3</sub>)和第四系(Q)。

直罗组下段是本次重点研究层段,岩性由中粒及粗粒砂岩、粉砂岩、泥岩、砂质泥岩组成,底部为一厚层状灰白、黄褐或红色含砾石英长石粗砾砂岩,俗称“七里镇”砂岩,厚度一般在2.96~147.4m,平均49m,为2<sup>#</sup>煤开采的主要直接充水含水层。

### 2 含水层分布

区内水文地质单元属侏罗系碎屑岩裂隙孔隙含水层系统,位于都思兔河一盐池地下水系统的中西部P1。<sup>[3]</sup>据以往各勘查阶段的资料分析,按照地下水的赋存条件,将区内的主要含水层分为两大类,即松散岩类孔隙潜水含水层和碎屑岩类裂隙孔隙承压水含水层,“七里镇”砂岩含水层属于后者,且碎屑岩类裂隙孔隙承压含水层细分为以下三层:

#### 2.1 直罗组上段裂隙孔隙承压水含水层

该含水层直接与上覆松散层(Q<sub>1</sub>、E<sub>3</sub>)相接触,其顶界埋深较浅,含水层岩性以灰绿、灰黄色中粒砂岩为主,泥、钙质胶结,

颗粒支撑,平均厚度约103m左右,厚度较大,且分布稳定、连续。从地层组合结构看,这种泥岩、粉砂岩、砂质泥岩、细粒砂岩及中粒砂岩组成的互层状结构层次繁多,且泥质岩类隔水层所占比例较大,不利于地下水对砂岩的溶蚀作用,也不利于垂向上的地下水补给。

2.2直罗组下段至2<sup>#</sup>煤顶板裂隙孔隙承压水含水层(即:七里镇砂岩含水层)

该含水层隐伏在上段地层之下,岩性由泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、细粒砂岩、中粒砂岩、粗粒砂岩等互层组成,层位稳定、连续。

本含水层以其所夹中、粗粒砂岩为主,特别是以直罗组底部厚层粗粒砂岩(七里镇砂岩),其钻探揭露厚度在60~170m之间,顶板埋深一般为145~376m。从垂向上看,2<sup>#</sup>煤层与直罗组下段底界相距1.65~37.9m之间,由此可见,该含水层是2<sup>#</sup>煤层开采的直接充水含水层,也是威胁最大的含水层。

2.3延安组2<sup>#</sup>煤至4<sup>#</sup>煤裂隙孔隙承压水含水层

该煤系地层岩性以粉砂质泥岩为主,其含水层以中、粗粒砂岩为主,钙、泥质胶结,颗粒支撑。含水层碎屑粒度相对较小,分选性及胶结程度较差,胶结物经溶解后所形成的后生溶蚀孔隙较为发育,为地下水的贮存创造了一定条件。

另外,该含水层与下伏4<sup>#</sup>煤至6<sup>#</sup>煤之间有一层厚约40~45m的粉砂质泥岩、炭质泥岩、粉砂岩互层,使得与其下伏含水层之间的水力联系较差,可视作相对隔水层。

以上分析可见,直罗组上段含水层以及4<sup>#</sup>~6<sup>#</sup>煤间含水层的富水和导水性均较弱,因此富水性较强的七里镇砂岩与2<sup>#</sup>~4<sup>#</sup>煤间地层具有可溶蚀的特性,使得两含水层间有着较直接的水力联系。

### 3 构造发育对含水层赋水性的影响

地质构造的发育对含水层的赋水性有一定的导向作用<sup>[4~7]</sup>。矿区的总体构造形态为背斜-向斜相伴的褶曲,基本走向NNW。其主体构造为于家梁-周家沟背斜和长梁山向斜,较大的断裂有F9逆断层、F10逆断层等。

3.1于家梁-周家沟背斜构造赋水特征

该背斜构造贯穿整个矿区,呈近NW-SE向展布,北段由北向南逐渐抬升降起,轴部地层倾角约8~15°左右,较为宽缓,但东西两翼分别受长梁山向斜和于家梁断层的影响,地层倾角在20~45°,局部可达60°;中间地段为背斜轴部的最高点;向东南方向则逐渐变为宽缓倾伏,但受F9、F10逆断层影响,背斜轴部逐渐隆起,两翼倾角在20~45°之间。

从岩芯及抽水试验资料来看,受该构造影响,背斜轴部、两翼以及倾伏端一带裂隙较发育,局部呈密集状,开启程度相对较好,有利于地下水的补给、运移和聚集,赋水性一般较好,可达中等富水,并由南向北有增大趋势,钻孔单位涌水量较大,在0.2135~0.3071L/s.m之间。而距离背斜轴部较远的地段,受构造影响较弱,富水性较弱,单位涌水量在0.0368~0.0855L/s.m之间。

3.2 F9及F10逆断层构造赋水特征

断层的总体走向为NNW-SEE向,倾向NE,延伸长度9km,其中,F9逆断层落差(断距)85m(北段)~135m(南段),倾角69~65°;F10逆断层落差60m(北段)~190m(南段),倾角58~60°。该逆断层在北部与于家梁-周家沟背斜近乎平行,但在南部相切割,对整个背斜轴部的起伏及其地层倾角都起到了明显的影响作用。

两断层均属压-扭性断层,且相距很近,在交汇部位,因相互切割、错断、推覆和挤压,使得断层带裂隙发育程度变差,不利于地下水的补给与储存,富水性和导水性较差。也因该相对阻水作用,使得地下水在断层迎水面一侧易于聚集而富水。如F9逆断层的西盘(下降盘)因相互推挤使得裂隙开度很小甚至闭合,而位于东盘(上升盘)的钻孔,单位涌水量为0.177L/s.m,富水性中等。

3.3于家梁逆断层构造赋水特征

该断层为矿区西边界断层,走向NNW,倾向SE,倾角55~60°,延伸长度15km,落差500~600m。断层规模较大,是整个井田的主体构造之一。

据钻孔的抽水试验资料显示,于家梁逆断层两盘的含水层富水性也呈现出明显差异的特点,即断层西盘(下降盘)富水性弱,而断层东盘(上升盘)富水性则较强。

## 4 含水层间的水力联系

4.1松散岩类孔隙潜水含水层与直罗组上段含水层间的水力联系

两含水层之间的古近系岩性以粘土为主,局部地段的底部沉积有砾石或砂层。该粘土层起到了相对隔水的作用。但区内部分地段,上部的松散岩类含水层与其下伏基岩直接接触,使得上覆松散层孔隙水可直接通过风化裂隙或构造裂隙,直接下渗补给直罗组上段的裂隙孔隙水含水层。

从水化学资料看,第四系孔隙水与下伏基岩裂隙孔隙水的水化学类型基本相同,且阳离子含量均以Na<sup>+</sup>离子含量为主;从水位埋深和构造条件分析,两含水层的地下水位基本相近,且区内地质构造发育,地下水通过构造裂隙或断层裂隙带的沟通,从而使得两含水层在局部地段产生一定的水力联系。

4.2直罗组上段与下段裂隙孔隙含水层之间的水力联系

直罗组上段为陆相地层,在垂向上具有明显的沉积旋回特征,隔水层岩性多由泥岩、砂质泥岩和粉细砂岩互层组成,岩性致密,透水性差,构成了良好的隔水层。该层在全井田均有分布,厚度较稳定,累计厚度在70.32~288.95m之间。

但区内构造较为发育,背斜轴部、断层两翼及其它小型构造影响带范围的岩石裂隙也较发育,导水性和富水性均较好;在断层一侧阻水的同时,往往引起另一侧的地下水富集。可见,构造裂隙的发育能使得直罗组上、下段含水层之间产生一定的水力联系。

从水位埋深情况来看,直罗组下段的水位标高为1301.586~1308.599m,而上下段混合抽水试验的水位标高为1312.273~1356.27m,上段含水层的承压水位略高于下段,但两者的水位埋

深相差不大。

在水化学方面,上、下段混合含水层的水化学类型为 $C1 \cdot SO_4 \cdot Na$ 型,而下段含水层的水化学类型为 $C1 \cdot SO_4 \cdot Na, Mg$ 型,相比而言, $Na^+$ 的含量有所降低, $Mg^{2+}$ 的含量则有所升高,可见,下段抽水时的径流条件相对较好。故此判断,直罗组上、下两段含水层之间一定的水力联系,但不甚密切。

4.3延安组2<sup>号</sup>煤顶板与直罗组下段裂隙孔隙含水层之间的水力联系

2<sup>号</sup>煤的直接顶大部分为粉砂岩,分布较稳定,但厚度较薄,其上覆岩层多为炭质泥岩、砂质泥岩、细粒、中粒或粗粒砂岩等。从垂向上看,煤层顶板距直罗组底部中粒或粗粒砂岩(七里镇砂岩)的距离较近,一般为10~38m,最薄的局部地段仅为0.3~1.65m,可见其在平面展布上变化很大。

据钻孔的简易水文观测资料,两含水层的水位埋深相近;从地质构造条件分析,区内背斜轴部及断裂带附近的裂隙发育,为两含水层的相互连通创造了先决条件,且2<sup>号</sup>煤顶板的冒落裂隙带高度约为66m,不仅能导通直罗组底部厚层砂岩主要含水层,而且可导通直罗组下段的中下部砂岩含水层。

可见,2<sup>号</sup>煤顶板砂岩含水层与直罗组下段砂岩含水层之间存在着较为密切的水力联系。

## 5 构造控水分析

以上分析可见,构造是通过对含水层裂隙、孔隙发育程度的不同来控制其赋水性的,本区主要分为背向斜和断层两方面。

### 5.1背向斜构造控水特征

研究区内裂隙孔隙含水层的碎屑岩属脆性岩石,在背、向斜多次褶皱弯曲的作用下,轴部张裂带及其两翼影响带的构造裂隙和次生裂隙发育,导致岩石破碎,进而较好地沟通了本含水层内以及上下含水层之间的水力联系,利于地下水的补给、运移和赋存,其控制程度取决于构造本身的应力状态、岩石破碎程度及地下水的动力特征等。

另外,本区内七里镇砂岩含水层以中、粗粒砂岩为主,孔隙率和渗透性较好,下伏含水层多为钙、泥质胶结,颗粒支撑,分选性及胶结程度较差,后生溶蚀孔隙较为发育,因此造成背向斜轴部一带地下水往往易于富集。

### 5.2断层构造控水特征

F9、F10及于家梁逆断层均属于压性或压扭性断层。断层上盘的推覆、挤压等作用,使得两盘接触面的空隙缩小,也使得原始裂隙的开度变小,加之断层两盘的砂岩与泥质岩相互对接,裂隙孔隙的发育程度明显降低,从而使得断层两盘的接触面形成阻水屏障,断层带的富水性和导水性能较弱,起到相对阻水的作用。但也正是由于此类断层一侧的地下水运移受阻,使得另一侧

迎水面的地下水易于汇集,呈现相对富水。

可见,逆断层的控水作用受其应力状态和岩性特征的决定,使砂岩裂隙含水层的赋水性呈现非均质各向异性的特征。

## 6 结论

以上研究表明,复杂的地质构造不仅影响着含水层的埋藏条件及裂隙、孔隙的发育程度,也控制着地下水的分布,对其赋水程度和储存规律也起到了明显控制作用。本文对麦垛山煤矿侏罗系直罗组下段砂岩含水层的构造控水特征形成以下认识:

(1)于家梁-周家沟背斜构造促进了侏罗系直罗组下段含水层(即:七里镇砂岩含水层)的裂隙发育,尤其是背斜轴部以及两翼影响带,富水性及导水性均相对较强。

(2)F9、F10及于家梁逆断层均为压-压扭性逆断层,使断裂带的富水性及导水性较差,本身为相对阻水断层,构成阻水屏障,在使其一侧地下水运移受阻的同时,在另一侧迎水面形成相对富水地段,利于地下水的聚集。

(3)地质构造的影响范围有限,加之地层各向异性的岩性特征,使得含水层的富水性在一定程度上受构造条件所控制,但因不均一,也显示出非均质各向异性的水文地质特征。

(4)煤层开采引起的冒落带及导水裂隙带也是联通含水层的重要通道。本区上覆侏罗系直罗组的下段含水层距离2<sup>号</sup>煤顶板较近,且为直接充水含水层,故应做好“两带”监测及探放水等相关工作。

## 【参考文献】

[1]桂钊,闫振斌,姚立功,等.麦垛山煤矿巷道顶板含水层综合治理技术探讨[J].能源技术与管理,2015,40(4):59-61.

[2]马力.麦垛山煤矿副立井井筒检查孔施工技术及涌水量预算[J].中国煤炭地质,2009,21(11):50-52.

[3]张保健,张克,高宗军,等.鄂尔多斯盆地侏罗系地下水系统及矿井防治水对策[J].煤炭科学技术,2016,44(3):122-128.

[4]马亚杰,左文喆.隐伏向斜扬起端构造控水规律分析\_以开滦东欢坨矿为例[J].煤炭科学学报,2012,37(1):157-160.

[5]刘东升.构造控水的理论探讨[J].山东煤炭科技,1988(4):43-45.

[6]杨会峰,张翼龙,孟瑞芳.河套盆地构造控水研究及地下水系统划分[J].干旱区资源与环境,2017,31(3):177-184.

[7]杨志斌,吕汉江.桌子山煤田构造控水机理研究[J].地下水,2014,36(5):13-15.

## 作者简介:

吴德山(1968--),男,蒙古族,辽宁阜新,大学本科,现任国家能源集团技术经济研究院高级工程师,主要研究矿井水害防治、项目咨询与评估。