

水文地质

滕县煤田滨湖煤矿16煤层开采充水条件浅析

王继芳,韩廷宝,杜显彪,徐然,王娜,李军

(山东省鲁南地质工程勘察院,山东 兖州 272100)

摘要:滨湖煤矿16煤开采过程中,曾多次出现涌(突)水现象,影响了矿井的正常生产。全面分析16煤开采的充水条件,才能排查出水患威胁的各种原因,从而制订出合理有效的防治水措施,对保障滨湖煤矿16煤层的安全顺利开采具有重要意义,对滕县煤田其他煤矿16煤的开采也具有重要的参考意义。

关键词:滨湖煤矿;16煤层;充水条件;滕县煤田

中图分类号:P614.14

文献标识码:B

引文格式:王继芳,韩廷宝,杜显彪,等.滕县煤田滨湖煤矿16煤层开采充水条件浅析[J].山东国土资源,2016,32(1):41-46. WANG Jifang, HAN Tingbao, DU Xianbiao, etc. Primary Study on Water Filling Conditions of No.16 Coal Seam in Binhu Coal Mine of Tengxian Coal Field[J]. Shandong Land and Resources, 2016,32(1):41-46.

滨湖煤矿位于山东省滕州市区255°方位20 km处,行政区划隶属滕州市望庄乡和微山县留庄乡境内。2005年5月10日首次设立采矿权,开采深度由-400~-1 500 m标高,设计开采12_下和16煤层。16煤层位于太原组下部,底板标高-375.88~-1 007.89 m,厚度0.70~1.71 m,平均1.22 m,为薄一中厚煤层。16煤层以气煤为主、气肥煤次之,结构较简单,全井田稳定可采。上距12_下煤层54.86 m,下距奥陶纪灰岩51.58 m。煤层直接顶板为十_下灰岩,含0.05~0.30 m的泥岩伪顶;底板以泥岩为主,砂质泥岩次之。在16煤开采的过程中,曾多次出现涌(突)水现象,最大涌水量达到95 m³/h,影响了矿井的正常生产。对16煤开采的充水条件进行系统分析,才能有效排查出水患威胁的原因,从而制订出合理有效的防治水措施,以保障滨湖煤矿16煤的安全顺利开采,同时对整个滕县煤田16煤的开采具有重要的参考意义。

1 水文地质特征

该井田水文地质分区属鲁西平原松散岩类水文地质区、冲积洪积平原淡水水文地质亚区、荆河、城河冲积扇孔隙水系统,以第四系孔隙含水岩组为

主,厚度一般30~50 m,含水砂层厚度3~16 m,单位涌水量可达100~300 m³/(d·m)。在现代和古代河道带砂层厚度大,颗粒粗,单位涌水量可达100~1 200 m³/(d·m)。水化学类型补给区、径流区以HCO₃-Ca型为主,至排泄区转为HCO₃-Ca·Mg型(图1)。

1.1 含水层特征

(1) 顶板含水层

16煤层的直接含水层为直接顶板十_下灰,间接含水层主要有八、九灰含水层。其他含水层对16煤层开采影响不大,主要有第四系砂层含水层、上侏罗统砂、砾岩含水层、太原组三灰含水层、太原组五灰含水层等^[1]。

①八、九灰含水层:该含水层八灰厚度0.83~4.18 m,平均2.32 m,九灰1.40~2.95 m,平均2.03 m。根据精查地质报告,井田内44-13号孔在九灰露头附近抽水,单位涌水量 $q=0.221$ L/s·m,静水位9.61 m,在主、副井的流量测井中,八灰的静水位-30~-35.00 m,渗透系数 $K=0.10\sim 0.19$ m/d。矿井在建设过程中,主、副井筒、12石门、集中强力皮带机巷等共4处揭露和穿过九灰,厚度约2.0 m,均无水。

②十_下灰含水层:区内十_下灰岩厚2.40~7.70 m,

收稿日期:2015-02-05;修订日期:2015-06-01;编辑:王敏

作者简介:王继芳(1969—),男,山东成人,工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail:2006_wjf@163.com

大,水力联系较差,多数无直接联系,各含水层抽水后水位恢复较慢,并且多年持续下降,均表现其以静储量为主。据 2006 年 7 月份对该水文地质单元区内矿井调查,有 32 对矿井,正常排水量为 $4\ 820\ \text{m}^3/\text{h}$,年排水量 $4\ 222.3\ \text{万}\ \text{m}^3$,为单元内基岩含水层的主要排泄方式,目前已形成以各矿为中心的基岩含水层水位降落漏斗^[2]。

十_下灰是 16 层煤的直接顶板,也是直接充水含水层,16 煤开采初时揭露时涌水量大,但衰减快。说明开采区域揭露的十_下灰岩尚未接收其他含水层的补给,且其横向水力联系较差,富水性弱—中等,呈现富水性极不均一的特征。其水质 SO_4^{2-} 含量及矿化度很高,说明其径流不畅,以静储量为主。新安煤矿内布置 43-7 与 43-21 号孔,在十_下灰露头处组成孔组查十_下灰与第四系下组水的联系。二者静止水位差为 5.42 m,在 43-7 号孔抽十_下灰水,水位下降 17.2 m 时,43-21 号孔水位保持不动,说明十_下灰与第四系下组含水层无直接水力联系。十_下灰岩溶水形成向 16 煤开采区域径流的特点,矿井排水为主要排泄方式。周边开采 16 煤的矿井也是十_下灰的主要排泄点。

底板十四灰岩作为 16 煤开采的间接充水含水层,埋深较大,富水性弱。根据相邻矿井北徐楼煤矿 2003 年 4 月在西翼联络巷对十四灰含水层进行的实验资料,其静止水位 -126.6 m,水压 2.1 MPa,流量

$0.3\ \text{m}^3/\text{h}$ 。目前,十四灰水位为 -266 m,水压 1.4 MPa,涌水量为 $4.5\ \text{m}^3/\text{h}$ 。而奥灰水位标高为 -160.54m,二者相差 105.46 m,水压也相差较大,由此可见,十四灰与奥灰水力联系较弱。另外,由于埋藏较深,补给较差,富水性弱。根据抽水资料分析该层与奥灰无直接水力联系。从以往揭露及邻近矿井揭露的十四灰资料来看,其涌水量较小,水压与奥灰相差较大,所以,正常情况下,补给较差。但在有导水断层、裂隙存在的情况下,可接收奥灰等其他含水层的补给。在断层及裂隙发育地段,间距更小甚至出现对接,从而使两者水力联系密切或成为统一的含水层组。

奥灰作为区域性含水层,赋存范围大,埋藏深。上覆第四系、侏罗系厚度巨大,也有效的阻止了奥灰与大气降水的联系。据邻近矿井奥灰长观水位与大气降水资料分析,无明显的相关变化,已初步证实奥灰无法获得大气降水的补给。从奥灰水位动态变化曲线来看(图 2),奥灰水位自 2007 年 10 月开始到 2008 年 1 月,水位下降较快,自 2008 年 2 月开始至 2009 年 2 月水位缓慢下降,之后出现几次波动;自 2010 年 4 月至 10 月水位维持在 -146 m 左右。奥灰水位从原始水位的 -69.8 m 到目前的 -146.3 m,水位下降了 76.2 m,下降量较大,也反映了奥灰接收外界补给不畅的特点,也显示了奥灰含水层以储存量为主,补给量较少的特征。

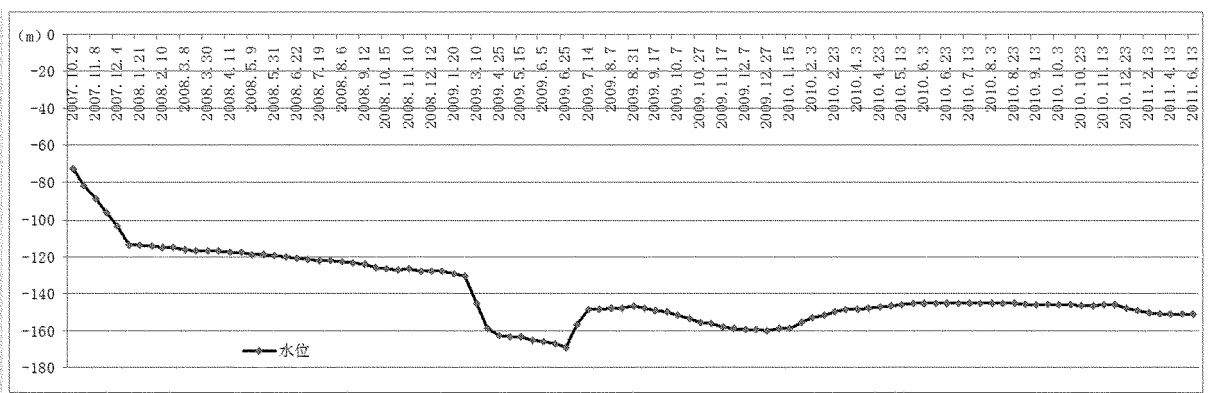


图 2 观 07-1 孔奥灰水位动态变化曲线图

由图 3 可见,2009 年 2—5 月,矿井发生了奥灰突水(2009 年 2 月 22 日,16102 工作面发生奥灰突水,最大涌水量 $95\ \text{m}^3/\text{h}$,16102 工作面距离观 07-1 孔约 2 800 m),奥灰水位下降较大,说明突水主要动用了奥灰的储存量,同时也说明了奥灰横向水力联

系较好的特征。奥灰以越流方式或通过裂隙向其他含水层进行补给,也向矿井充水作为主要排泄方式。采区内 16 煤顶板十_下灰、底板十四灰、奥灰含水层补给不良,地下水以储存量为主,含水层间水力联系较差。

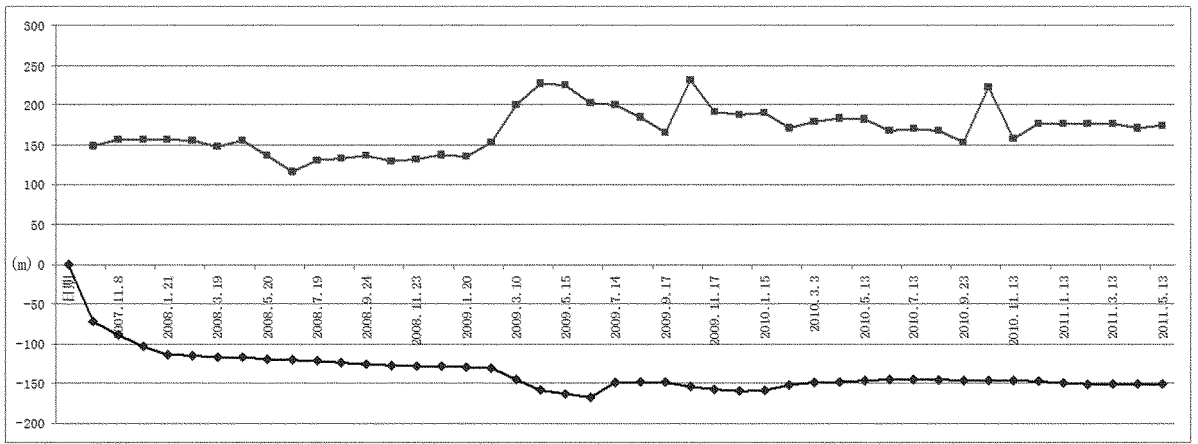


图 3 观 07-1 孔奥灰水位变化曲线与矿井涌水量相关曲线图

3 充水因素分析

3.1 充水水源

该区 16 煤开采时的充水水源主要是顶、底板的各个承压含水层的水,主要有十_下灰水、奥灰水、十四灰水、其他薄层灰岩水、底板砂岩水等。

十_下灰是 16 煤的直接顶板,是 16 煤开采时的直接充水含水层,十_下灰水补给条件差,以静储量为主,可以疏干。奥灰在 16 煤以下约 55.27 m,是 16 煤的间接充水含水层,是 16 煤潜在的最大的充水水源,奥灰水水压高,水量大。现正在开采和计划开采的工作面 16 煤底板标高为 -450~-580 m,奥灰顶界面标高约为 -505.27~-635.27 m,水位取 -146.3 m,则奥灰水压值为 4.23~4.93 MPa,突水系数为 0.072~0.084 MPa/m,小于正常块段临界值 0.1 MPa/m,但都大于构造地段临界值 0.06 MPa/m。在无特殊构造影响下安全区,在受构造破坏的块段则属危险区。16 煤设计开采标高为 -400~-950 m,随着开采深度逐渐增加,底板奥灰承压含水层水压也越来越大,奥灰岩溶水的突水危险性也随之增大,给矿井 16 煤的安全生产带来的隐患也越严重。十四灰在 16 煤以下约 30.72 m。是 16 煤的间接充水含水层,自身补给有限,在断层或裂隙处可能接受奥灰补给。十二灰厚度变化比较大,最大 3.45 m,其下距十四灰约 3 m,水量小,自身补给有限,在断层或裂隙处可能接受底部十四灰、奥灰补给。控制程度较低。另外,底板砂岩水也是 16 煤开采的充水水源,由于 16 煤底板的砂岩赋存不规则不稳定,层位薄,层数多,因而很难对其进行定位和论述,推测其

水量补给有限,以静储量为主。除了以上这些充水水源外,顶板砂岩水、12_下煤的老空水也可能成为 16 煤开采的充水水源。总结起来,该区 16 煤开采充水水源具有如下特点:

①充水水源层位多、种类多,有底板水也有顶板水,有灰岩水也有砂岩水,但基本为承压含水层水。

②灰岩水是最主要的充水水源,十_下灰为顶板直接充水水源,以十四灰为代表的底板薄层灰岩水为底板间接充水水源,两者自身水量有限,易于疏干。

③以上水源中,只有奥灰水水压高、水量大、补给充沛,是所有含水层中唯一最危险,最具有破坏力的含水层,其他含水层水只要没有奥灰水参与,一般不会造成严重的后果。

3.2 充水途径

(1)断层。断层破坏了煤层与含水层之间的原生关系,可以将含水层的水导入巷道和工作面中,是 16 煤的主要充水通道。断层做为充水通道,一方面可以将本盘含水层的水导入工作面,另一方面也可以将对盘含水层的水导入工作面。由于断层的错动作用,出现断层后煤层和本盘含水层的空间距离关系没有出现变化,但与对盘含水层的空间距离关系则出现变化。因其他含水层水量有限,真正对采煤有威胁的含水层是奥灰,奥灰厚度大,采区边界及内部断层落差远小于奥灰厚度,所以虽然是同一条断层,当 16 煤处于正断层的上盘时,容易与对盘奥灰靠近或对接,此时断层导水的危险性要大于处于正断层的下盘,处于下盘时对盘的奥灰与本盘煤层的距离将更远一些,逆断层的情况恰好相反。断层导

水的机理十分复杂,断层在垂向上和侧向上可能会表现出不同的特性,断层某处导水或不导水不代表整个断层导水或不导水,尤其在煤层开采后,受矿山压力的影响,原来不导水的断层可能变成导水断层,因此对断层导水性的探查和评价将贯穿煤层开采的整个过程。经建井、生产期间实际揭露的断层都没有发现涌水或导水的现象,但由于揭露的范围较少代表性不够全面,大断层附近的构造裂隙水是否存在,在今后的生产过程中应考虑这方面的充水因素。留设相应的断层防水煤柱^[3]。

(2)裂隙密集带。裂隙密集带指构造引起的裂隙集中发育区,如断层、陷落柱的伴生裂隙,褶曲轴部的裂隙等。裂隙密集带可以将含水层和煤层导通,垂向导水裂隙可以造成含水层的越流补给,是常见的矿井充水通道,对 16 煤的充水影响较大。裂隙密集带利用钻探手段中难以在面上确认,断层附近的裂隙密集带发育在断层附近。如 16102 工作面切眼处离大刘庄支三断层较近,小断层十分发育。该采区基本位于向斜的北翼,地层产状变化不大,基本呈单斜构造,只是在局部呈现小褶曲,因此在褶曲轴部裂隙密集带的发育情况应进一步探查,采煤时应引起注意。

(3)采动裂隙。采动裂隙指人工采掘活动引起的顶底板发育的裂隙,采动裂隙带包括顶板的导水裂隙带和底板的导水破坏带,采动裂隙可以将顶底板的水导入,是顶底板突水的主要通道,采动裂隙带发育在进行采掘活动的工作面。

16 煤开采上覆岩层破坏高度预计。导水裂隙带和垮落带的发育高度是决定煤层顶板含水层水是否进入矿井的关键,为了更准确地预计 16 煤开采后的上覆岩层最大裂隙高度,采用经验公式法、类比法和《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》公式,分别按煤层最大厚度 1.71 m 进行预计,预计结果分别为 32.74 m,31.2 m 和 32.6 m。综合以上 3 种方法得出工作面开采覆岩破坏高度 32.6 m。此裂隙带高度远小于上覆的煤系基岩厚度和侏罗系厚度。因此,开采 16 煤后的裂隙带无法到达第四系下段含水层,且由于中部隔水层的存在,第四系上部含水层水不会下渗井下,第四系水对矿井基本没有影响。16 煤的顶板主要是十_下灰,不受顶板导水裂隙带发育高度的影响,根据前面论述,顶板导水裂隙带的计算高度为 32.6 m,发育不到八灰,而

顶板其他充水水源水量有限,故顶板采动裂隙对 16 煤的充水影响不大。该井田是在开采完上部 12_下煤后,才进行下部的 16 煤开采,由于该区域 12_下煤与 16 煤间距平均在 50 m 以上,因此,采区内正常区段开采 16 煤时将不会受上方 12_下煤老空积水威胁,但遇断层使 16 煤与 12_下煤老空积水区间距缩小,导致安全煤柱变小时,则存在 12_下煤老空水出水威胁(中国地质调查局,2012)。

16 煤开采底板岩层破坏深度预计。与顶板采动裂隙不同,底板采动裂隙的底板破坏深度使隔水层有效保护厚度变小,造成 16 煤底板突水危险性变大,对 16 煤的充水影响很大。底板破坏深度越大,16 煤突水的危险性就越高,底板破坏深度越小,16 煤底板奥灰突水的危险性就越低。16 煤底板的奥灰含水层是 16 煤开采中最重要、最危险的含水层,奥灰水压大,水量充沛,16 煤开采后,奥灰的底板突水将是 16 煤开采时的重点防治对象,而采动裂隙中的底板破坏深度将成为 16 煤开采中的重点研究课题。该矿井没有实测底板破坏深度数据。根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》,计算不同深度的底板破坏深度为 22.67~26.07 m。底板破坏深度是受人工影响的充水通道,生产中可以通过改进采煤工艺来减少底板破坏深度^[4-5]。

(4)层面裂隙。层面裂隙指在岩层内部顺层发育的可以导水的裂隙,这里主要指在十四灰等薄层灰岩含水层里面发育的岩溶裂隙,这些裂隙对奥灰突水有利,对 16 煤底板的安全不利。十四灰作为一个含水层,如果和奥灰没有联系,奥灰水要进入开采工作面,只有通过断层、裂隙密集带或陷落柱,但如果十四灰和奥灰因某种通道连通,因十四灰是岩溶裂隙含水层,奥灰水就可以通过十四灰岩溶裂隙,在十四灰层位里四处蔓延扩散,并将其压力施加到所到之处,此时,十四灰的裂隙变成奥灰水的流动导升的通道,为奥灰水进入采掘空间提供了一个新的方式。十四灰作为一个比较稳定的层位,有其自身的顶板岩层,这些顶板岩层中难免有裂隙发育的、层位变薄的薄弱地段,这些地段在十四灰的压力下可能不会破坏,造成含水层的越流现象,但在奥灰的高压下,这些薄弱地段有可能发生越流,把奥灰水引入上面的十二灰含水层中,如此层层递进,使煤层的底板变薄,使底板突水的危险性变大。因此,从这个角度

上讲,十四灰等薄层灰岩既是含水层,也是奥灰底板突水的层面裂隙和导水通道。比较而言,十四灰等薄层灰岩作为层面裂隙对生产的危害大于其作为一个含水层对生产的危害。

(5)陷落柱。以往勘探认为该区陷落柱不发育,但是开采后在 161 东采区工业广场东北 16 煤层发现不明陷落柱(37-14 钻孔北侧),呈椭圆状,长轴为 NE 向,长轴约为 400 m,短轴约为 160 m。由于陷落柱对煤层开采的危害极大,靠钻孔的点状揭露极其有限,所以对于陷落柱的探查今后仍需加以关注^[6]。

(6)封闭不良钻孔。封闭不良钻孔是各含水层间产生水力联系的通道,可能会将地表水或地下含水层水导入矿坑,成为矿井的重要充水通道。采掘过程中一旦揭露,可能对矿井构成水灾隐患。井田内封闭不良钻孔 16 个(包括不符合新标准封闭的 12 个钻孔,即 12_下 煤上封高度小于 100 m 或 Q 底界未封),这些不合格钻孔大多位于断层、工厂、村庄保护煤柱或不可采范围内,采掘活动不波及,对采掘生产有影响的仅为 14 孔、45-10 孔 2 个钻孔,矿井在采掘生产前应按有关规定提前留设足够的防水煤柱或重新启封进行封闭,以确保矿井安全生产^[7]。

4 结论

综上所述,该区 16 煤开采时的充水水源有顶、

底板的各个承压含水层的水,主要有十_下灰水、奥灰水、十四灰水、其他薄层灰岩水、底板砂岩水等,其中顶板的十_下灰水和底板的奥灰水最为重要,但十_下灰水补给条件差,以静储量为主,可以疏干;只有奥灰水水压高、水量大、补给充沛,是所有含水层中唯一最危险,最具有破坏力的含水层,其他含水层水只要没有奥灰水参与,一般不会造成严重的后果。在 16 煤的充水通道里,断层是直接的主要的充水通道,应引起足够的重视,裂隙密集带对 16 煤的充水影响较大,采动裂隙是受人工影响的充水通道,十四灰等层面裂隙是奥灰底板突水的一个侧向通道,另外封闭不良钻孔也不可忽视。

参考文献:

- [1] 郑世书,陈江中,刘汉湖.专门水文地质学[M].徐州:中国矿业大学出版社,1999.
- [2] 薛禹群.地下水动力学[M].北京:地质出版社,1979.
- [3] 靳德武,刘其声,王琳.煤矿(床)水文地质学的研究现状及展望[J].煤田地质与勘探,2007,37(5):28-31.
- [4] 中国地质调查局.水文地质手册(第二版)[M].北京:地质出版社,2012.
- [5] GB12719-91.矿区水文地质工程地质勘探规范[S].
- [6] 国家煤矿安全监察局人事培训司.矿井水灾防治[M].徐州:中国矿业大学出版社,2004.
- [7] 国家安全生产监督管理总局,国家煤矿安全监察局.煤矿防治水规定[M].北京:煤炭工业出版社,2000.

Primary Study on Water Filling Conditions of No.16 Coal Seam in Binhu Coal Mine of Tengxian Coal Field

WANG Jifang, HAN Tingbao, DU Xianbiao, XU Ran, WANG Na, LI Jun

(Lunan Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China)

Abstract: During the coal mining process of No.16 coal seam of Binhu coal mine, water irruption has repeatedly happened and affected the normal production of mine. Through analysis on water filling conditions of No.16 coal seam, various causes of flood threat can be found and reasonable and effective prevention countermeasures can be made in order to ensure the safety of No.16 coal seam in Binhu coal mine. It will provide some references for mining No.16 coal seam in other coal mines.

Key words: No.16 coal seam; water filling conditions; Binhu coal mine; Tengxian coal field