

# 王行庄煤矿突水灾害地质条件分析与防治措施

王小同<sup>1</sup>, 王公忠<sup>2</sup>

(1. 王行庄煤矿, 河南 新郑 450000; 2. 河南工程学院 安全工程系, 河南 郑州 451191)

**摘 要:** 介绍了王行庄煤矿的水文地质条件, 分析了王行庄煤矿目前、近期、中远期应查明的矿井水文地质问题以及矿井存在的主要水文地质问题, 提出了“以防为主”的预防煤矿突水地质灾害的技术手段和方法步骤, 以探索王行庄煤矿突水灾害的防治水工作, 对防治王行庄煤矿的矿井突水地质灾害具有重要意义, 同时, 为同类矿井的突水地质灾害具有一定借鉴意义。

**关键词:** 突水灾害; 隔水层; 水文地质; 含水层; 预防措施

中图分类号: TD745

文献标识码: B

文章编号: 1003-496X(2010)06-0109-04

## 1 概 况

矿井突水是煤矿安全生产的重要地质灾害之一, 随着我国煤矿开采规模的迅速扩大, 开采深度的不断增加, 开采时所承受的水压越来越大。导致突水次数增多、突水强度增大。其后果往往是灾难性的。

王行庄煤矿开采的 $\text{二}_1$ 煤赋存于下二叠系山西组底部, 煤层底板的下方发育着太原组灰岩, 该煤层距离太原组上段 $L_{7-8}$ 灰岩岩溶裂隙承压含水层平均约9.0 m, 距离太原组下段 $L_{1-4}$ 灰岩岩溶裂隙承压含水层平均约51.26 m。 $\text{二}_1$ 煤层底板隔水层厚度1.75~30.19 m, 平均6.93 m, 岩性以灰、深灰色砂质泥岩和泥岩为主, 夹粉砂岩、细砂岩, 有一定的隔水作用, 但厚度较薄, 特别是在断裂错动的地方将会造成 $\text{二}_1$ 煤层底板突水。太原组下段灰岩岩溶裂隙承压含水层与太原组上段灰岩岩溶裂隙承压含水层有太原组中段砂泥岩隔水层, 厚度34.81 m, 岩性以砂质泥岩为主夹细粒砂岩、薄层煤层和不稳定的 $L_5$ 及 $L_6$ 灰岩, 层位稳定, 隔水性较好, 为 $L_{1-4}$ 灰岩与 $L_{7-8}$ 灰岩之间的隔层, 但在断裂切割处以及背斜轴部张裂带上, 将会形成上下含水层之间的水力联系。矿井突水水害严重影响了矿井安全生产和经济效益, 大大地制约了王行庄煤矿发展, 因此, 加强王行庄煤矿突水灾害地质条件分析与防治措施研究, 对确保煤矿安全和高产高效是十分必要和紧迫的。

## 2 矿井水文地质条件

### 2.1 地形 地表水和浅层地下水

井田内除辛店、双岗、许岗等地为岗地外, 其余均为平原, 标高一般120~193.1 m。沂水河发源于新郑西部山区, 自西向东流经井田南部, 切割深度约20 m。井田内该河上筑有五虎赵水库和杨庄水库, 最大贮水量分别为736万 $\text{m}^3$ 和538万 $\text{m}^3$ 。井田内机、民井星罗棋布, 主要取第三系沙层和第四系砾石层中之弱承压水和潜水, 混合水位标高一般63.95~153.90 m, 埋深一般6.70~34 m。局部第四系潜水与河水有水力联系, 以河水(水库水)补给潜水为主。

### 2.2 井田内主要含水层

井田内主要含水层:

(1) 长山组( $\in_{3ch}$ )白云质灰岩岩溶承压水含水层, 南部和东部埋藏较浅, 北部和西部埋藏较深, 与 $O_{2m}$ 灰岩含水层联系密切。

(2) 马家沟组( $O_{2m}$ )灰岩岩溶裂隙承压水含水层, 井田内遍布该含水层, 该含水层距上覆 $\text{一}_1$ 煤层较近, 为其底板直接充水岩层。同时, 该层和 $C_{3t}$  $L_{1-4}$ 、 $C_{3t}$  $L_{7-8}$ 灰岩含水层有水力联系, 对 $\text{二}_1$ 煤层的开采有较大影响。

(3) 太原组下段( $C_{3t}$  $L_{1-4}$ )灰岩岩溶裂隙承压水含水层, 该含水层由 $L_{1-4}$ 层灰岩组成, 为 $\text{一}_1$ 煤层顶板直接充水岩层, 同时又是 $\text{二}_1$ 煤层底板间接充水岩层, 岩溶裂隙发育, 富水性较强,  $\text{二}_1$ 、 $\text{一}_1$ 煤层的开采均有较大的影响。

(4) 太原组上段( $C_{3t}$  $L_{7-8}$ )类岩岩溶裂隙承压水含水层, 该含水层由 $L_7$ 、 $L_8$ 两层灰岩组成, 平均厚度15.88 m。该含水层同下伏三大灰岩含水层有一定

水力联系,且为二<sub>1</sub>煤层底板直接充水岩层,对二<sub>1</sub>煤层开采有直接影响。

### 2.3 井田内主要隔水层

井田内主要隔水层:

(1) 一<sub>1</sub>煤层底板铝土质泥岩、砂泥岩隔水层,位于奥陶系灰岩顶面至一<sub>1</sub>煤层底面之间,平均厚度 11.32 m,层位稳定,致密,隔水性良好,局部地段很薄,尤其在受断裂错动的情况下,对一<sub>1</sub>煤层的开采有直接影响。

(2) 太原组中段砂泥岩隔水层,该层下起 L<sub>4</sub>灰岩顶面,上至 L<sub>7</sub>灰岩底面,厚度 34.81 m,层位稳定,隔水性较好,为 C<sub>31</sub>L<sub>1~4</sub>灰岩与 C<sub>31</sub>L<sub>7~8</sub>灰岩之间的隔层,但在断裂切割处以及背斜轴部张裂带上,将会形成上下含水层之间的水力联系。

(3) 二<sub>1</sub>煤层底板砂泥岩隔水层,该层下起 L<sub>8</sub>灰岩顶面,上至二<sub>1</sub>煤层底面,平均厚度 6.93 m,岩性以灰、深灰色砂质泥岩和泥岩为主,有一定的隔水作用,但厚度较薄,特别是在断裂错动的地方将会造成二<sub>1</sub>煤层底板突水。

(4) 上第三系砂质粘土及粘土隔水层,厚度大、层位稳定,且以粘土质成分为主,是第四系含水层与下伏基岩含水层之间的良好隔水层。

## 3 矿井主要水文地质问题

### 3.1 近期与中远期应查明的矿井水文地质问题

(1) 查明和控制矿区区域水文地质条件,确定矿区所处的水文地质单元的位置,详细查明矿区发育的主要含水层及其各个含水层地下水的补给、径流、排泄条件,区域地下水对矿区充水含水层的补给关系,矿区地表水系及气象因素与地下水的相互关系及其相互影响。

(2) 详细查明矿区含(隔)水层的岩性、厚度、产状、分布范围、边界条件、埋藏条件,含水层的富水性,矿床与顶底板含水层之间隔水层的厚度及稳定性。着重查明矿区主要充水含水层的富水性、渗透性、水位、水质、水温、动态变化以及地下水迳流场的基本特征,特别是主采煤层顶底板隔水层所承受的静水头压力,确定矿区水文地质边界位置及其水文地质性质。

(3) 详细查明矿区或附近对矿井充水有较大影响的构造破碎带的位置、规模、性质、产状、充填与胶结程度、风化及溶蚀特征、富水性和导水性及其变化、沟通各含水层以及地表水之间相互补给关系的程度,分析构造破碎带及其可能诱发的引起突水的

地段,提出开采中对构造水的防治方案建议。

(4) 详细查明对煤层开采有影响的地表水的汇水面积、分布范围、水位、流量、流速及其季节性动态变化规律、历史上出现的最高洪水位、洪峰流量及淹没范围。详细查明地表水对井巷可能的充水方式、地段和强度,并分析论证其对煤层开采的影响,提出开采过程中对地表水的防治方案建议。

(5) 对于煤层与含(隔)水层多层相间的矿床,应详细查明开采煤层顶、底板主要充水含水层的水文地质特征和隔水层的岩性、厚度、稳定性和隔水性,不同含水层之间的水力联系情况,断裂与裂隙发育程度、位置、导水性以及沟通各含水层的情况。

(6) 重点调查废弃矿井、周边地区小煤窑、已经采掘的老空区的分布位置、范围、埋藏深度、积水和塌陷情况,与地表及其它富含水的含水层之间的水力联系情况,大致圈定采空区,估算积水量,提出开采中对老空水的防治措施建议。

### 3.2 目前需要查明的矿井水文地质问题

(1) 查明矿井接替采区或工作面范围内含水层的富水性、重点富含水区段的分布规律及其主要控制因素。

(2) 查明矿井接替采区或工作面范围内存在的小规模隐伏导水构造,如断层、裂隙发育带及其分布与展布规律。

(3) 根据工作面回采条件(采厚、采宽、推进速度、采煤方法等)和岩石力学性质,计算分析回采过程和回采完成后对顶、底板含、隔水层的破坏特征和破坏程度。

(4) 计算分析采掘过程中采区或工作面的涌水量,涌水特征及其安全疏降水量,为超前预防或治理工作面回采过程中发生意外突水的技术措施设计提供依据。

### 3.3 矿井存在的主要水文地质问题

(1) 草场沟背斜轴部的富水特征。井田中浅部,草场沟背斜轴受多条断层的切割,已七零八落很不完整,明显受断层带地下水的补给,形成相对富水区。

(2) 草场沟背斜轴部与徐家门断层的关系。位于老沟、徐家门、薛庄、后门张、刘庄一线,近东西走向,贯穿井田东西,延伸长度 > 6 km。断层倾向北,为一条南盘上升、北盘下降之正断层。落差 60 ~ 140 m。因位于井田的中部,对未来矿井的建设与开采较大。该断层于徐家门村南斜切草场沟背斜,同时分出一支断层。与其轴部地带的岩溶发育带联成

一片,各岩溶含水层之间存在着密切的水力联系,既有来自深部的纵向水流,又有沿背斜轴运移的横向水流,弹性储量丰富,是本区矿床充水较强烈的地段。

(3) 构造造成的含水层水力联系。区内构造主要以断裂为主,伴有发育程度不同的褶皱,其中走向近东西的断裂规模大,延展长,多为南升北降,倾向北东的高角度正断层,组合形式呈阶梯状。主要褶皱有草场沟背斜,断层主要有新庄断层、欧阳寺断层,断层是本区矿床充水的主要因素。井田北部欧阳寺断层是一条区域性导水大断裂,该断层位于井田北部,在区外西部与大隐断裂富水带交汇,井田内  $O_{2m}$  灰岩与外侧  $C_{3t}$  灰岩对接。二者发生水力联系。另外,本断层南侧还发育方向与其大致相同的东郭寺断层、徐家门断层等,这些断层也分别使两侧  $O_{2m}$  与  $C_{3t}$  灰岩对接,并发生水力联系。除上述几个规模较大的断裂外,其它较小规模断层,都各自形成北西至南东向的导水带,地下水沿断层裂隙循环深远,水量丰富,对开采威胁很大。

#### 4 突水灾害防治技术措施

王行庄煤矿需加强矿井的水文地质预报工作,在生产中坚持“有疑必探,先探后掘,疏堵结合,分类防治”的防治水原则,避免各类突水地质灾害的发生,预防突水地质灾害流程图见图1。

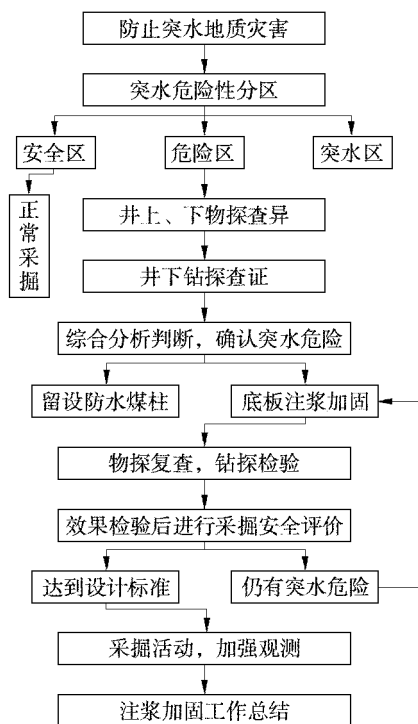


图1 预防突水地质灾害流程

(1) “三区”划分。编制底板隔水层等厚线图,利用实测的或借鉴其它相似条件矿区的采后“下三带”和各含水层在底板隔水层中的原始导升高度等数据,对底板各含水层突水危险性进行“三区”划分。将整个井田划分为“安全区”、“突水危险区”和“突水区”。

(2) 地面物探普查。在“突水危险区”和“突水区”进行三维地震和瞬变电磁勘探,查断裂构造区和各含水层富水区。将断裂构造区和各含水层富水区作为井下水害防治的重点。

(3) 井下物探查异。巷道掘进,利用直流电法等对地面物探普查的断裂构造区和各含水层富水区做井下超前探,探查前方水文地质异常情况;采煤工作面构成后,利用直流电法仪或瞬变电磁勘探仪查煤层底板的富水情况,用无线电波坑透仪查工作面内部的地质构造。

(4) 井下钻探查证。对井下物探水文地质异常的区域,结合钻探方法做进一步查证,验证富水区的富水性。综合分析有关资料,判定突水危险性。

(5) 留设煤柱或注浆加固。经分析,确有突水危险的区域,必须按要求留设防水煤柱或对开掘巷道围岩、采煤工作面底板做注浆加固改造。通过注浆加固改造,切断导水通道并提高隔水层的隔水性能;在“突水区”,还要充填溶洞、裂隙,增加有效隔水层的厚度。

#### 5 效果检验

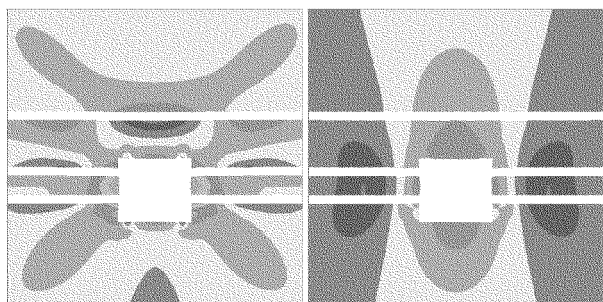
注浆加固改造后再次利用物探和钻探相结合的方法进行效果检验,对比分析注浆前后的物探和钻探结果,若仍有突水危险,必须重新进行注浆加固,直至排除突水危险。经效果检验,排除突水危险后,可恢复采掘活动,但仍需加强相关区域的水文地质观测工作。定期(按季度、年度)做矿井水害防治工作总结,为今后更好地做好矿井突水水害防治积累资料。

#### 6 结论

(1) 在断裂切割处以及背斜轴部张裂带上,将会形成上下含水层之间的水力联系,并且底板隔水层变薄,应对底板隔水层进行注浆加固,以降低底板突水对矿井造成的影响。

(2) 王行庄煤矿地表水及大气降水入渗补给基岩地下水,进而补给奥陶系和石炭系各含水层,为矿

(下转第114页)



(a) 水平应力分布; (b) 垂直应力分布

图5 巷道围岩应力分布

巷道围岩塑性区不大,且以弹性区为主。顶板及两帮的锚固区范围大于围岩塑性区范围;底板虽没有进行支护,但其塑性区范围和底鼓量均较小,可见该支护参数对围岩支护效果较好。

## 5 现场应用效果

现场采用锚梁网索联合支护联巷后,在使用过程中顶板及两帮岩层较完整,部分脱落的碎石由网拖住,巷道始终处于良好状态,锚杆锚索没有拉断现象;工作面推进期间,在超前压力影响下巷道围岩呈整体变形,变形量不大。总之,在服务期内巷道不需要维修。联合支护显著地改善了巷道受力状况,提高了支护效果,保证了围岩的稳定性,可以满足生产、安全需要。

## 6 结 语

(1) 对于巷道的支护设计,要根据具体的岩层条件,做到对症下药,综合利用锚杆、锚索、以及梁和

网的作用,做到最小的代价,最大的效果。

(2) 数值模拟分析表明:巷道最终两帮相对移进量为 118.6 mm,顶板下沉量为 88.5 mm,底鼓量为 34.2 mm。

(3) 经现场工程实践,证明支护参数合理,支护效果良好,因此可以为相似条件的联络巷道支护提供理论参考。

## 参考文献:

- (1) 中国煤炭工业劳动保护科学技术学会. 矿山压力与岩层控制技术(M). 北京:煤炭工业出版社,2007:68-70.
- (2) 张 炜,张东升,王旭峰,等. 大断面回采巷道锚梁网索联合支护效果分析[J]. 煤炭工程,2008(7):64-66.
- (3) 黄庆享. 浅埋煤层的矿压特征与浅埋煤层定义[J]. 岩石力学与工程学报,2002,21(8):1174-1177.
- (4) 王旭峰,张东升,王红胜,等. 非等宽断面软岩回采巷道锚杆支护技术分析与应用[J]. 煤矿安全,2008(2):70-72.
- (5) 钱鸣高,石平五. 矿山压力与岩层控制(M). 徐州:中国矿业大学出版社,2003.

作者简介:崔廷锋(1984-),男,山东乐陵人,中国矿业大学硕士研究生,研究方向为矿山压力控制与绿色开采。

(收稿日期:2009-12-07;责任编辑:梁绍权)

(上接第111页)

井突水主要水源。石炭系底板水和老空水是主要突水隐患。矿井底板突水主要水源是  $L_{7-9}$  水,补给水源是  $L_{5-6}$  水、 $L_{1-4}$  水和奥灰水,突水通道是采动裂隙。

(3) 威胁王行庄煤矿深部开采的水源是底板含水层水和地表水体入渗补给水,在留防水煤柱减少地表入渗补给的基础上,顶板砂岩水应以疏排为主,地表水、底板灰岩水应以防为主。

王行庄煤矿需加强各工作面的水文地质预报工作,在采掘中遇断层和老空区时应坚持“有疑必探,先探后掘,疏堵结合,分类防治”的防治水原则,可有效防治矿井突水地质灾害。

## 参考文献:

- (1) 王国际,王公忠. 带压开采条件下煤矿群水灾事故的

集中治理研究报告[R],2009.

- (2) 王国际,黄小光,高新春. 矿井水灾防治(M). 徐州:中国矿业大学出版社,2008.
- (3) 郭冬岩,张嘉勇. 矿井水灾事故原因分析及防治措施[J]. 河北理工大学学报,2008(11):1-2.
- (4) 吕保民. 矿井导水通道类型及其突水防治[J]. 山东煤炭科技,2006(2):8-10.

作者简介:王小同(1962-),男,河南兰考人,工程师,现任河南新能开发有限公司王行庄煤矿总工程师,主要从事煤矿生产技术及安全管理工作。

(收稿日期:2009-11-23;责任编辑:郭瑞年)