

# 邢台煤矿下组煤开采水文地质条件评价及突水危险性预测

王希良 (中国矿业大学 北京 100083)  
郑世书 (中国矿业大学 徐州 221008)  
郭励生 (邢台矿业集团 邢台 054021)

**摘要** 为安全开采下组煤,详细分析了矿区奥灰水文地质条件。以研究煤层底板突水因素、突水机理为切入点,利用地理信息系统技术,对下组煤开采之前奥灰突水的危险性进行了预测,即可分为 3 个区(安全区、可能突水区、突水区),同时提出下组煤先期开采的范围为 - 210 m 水平以上范围。

**关键词** 水文地质条件 突水 预测 GIS 邢台矿区  
**中国图书资料分类法分类号** P641. 4  
**作者简介** 王希良 男 34 岁 博士研究生 水文地质与工程地质

## 1 引言

邢台煤矿是一座年产  $180 \times 10^4$  t 的现代化矿井,经济效益十分显著。该矿主采煤层为二叠系山西组的 2 煤和石炭系太原组的 9 煤,目前主要开采 2 煤,9 煤因受底板奥灰水的威胁而暂列为 D 级储量。按上年末储量统计,开采范围内可利用储量  $3.36 \times 10^8$  t,其中 9 煤约  $2.3 \times 10^8$  t,占煤矿总储量的 66% 以上,而且随着开采年限的增加,下组煤储量所占的比例也将随之增加。因此为了保持邢台煤矿持续、稳定的发展,在目前经济效益良好的情况下,非常有必要调整开采战略,加大科技投入,及早实施下组煤开采。

开采之前的关键问题是正确评价奥灰水文地质条件,并对其突水危险性进行预测预报。

## 2 区域水文地质条件

邢台井田位于邯邢水文地质单元中的百泉泉域,其补给条件为:

**补给** 大气降水是唯一的补给来源,其补给方式有两种,露头区入渗的面状补给和河流渗漏的线状补给。

**径流** 大气降水在露头区入渗和雨季河流渗漏以后,地下水由垂直运动转为水平运动,在天然条件下,径流的总趋势是由北西、西南 3 个方向向百泉和达活泉汇集,在构造、岩浆岩的控制下,泉域内的地下水自北而南形成了白马河、七里河、沙河、北

河 4 条强径流带。

**排泄** 百泉和达活泉群为主要的天然排泄区,同时人工开采和第四系潜流也排泄了一部分岩溶水。

## 3 邢台井田奥灰水文地质条件分析

邢台井田大体上为一北东向的三角形断陷含煤地块,镶嵌在奥灰含水层富水带内,它西临七里河、沙河强径流带,距市水源地 4 km,东隔弱导水的  $F_2$  断层,与邢台电厂水源地相毗邻,在构造上表现为西董村背斜的东翼和凤凰山背斜的西翼组成的不对称断块向斜,被 200~ 250 m 厚的第四系沉积物所覆盖,井田四周均发育落差较大的断层,整个煤系地层基本上为奥灰水所包围,仅西南隅与葛泉井田煤系地层相连。

井田奥灰富水性明显弱于周围掩盖型奥灰,从钻孔的单位涌水量可以直观地看出这一点:井田内峰峰组七段的单位涌水量为  $0.137 \sim 2.416$  L/(s·m),最大者为  $5.57$  L/(s·m),井田周围的上马家沟组四段和五段(峰峰组的六、七、八段已被剥蚀)的单位涌水量:市第三水源地为  $46.36 \sim 108.75$  L/(s·m),电厂水源地为  $1.59 \sim 28.03$  L/(s·m)。

### 3.1 井田边界的水文地质意义

井田东界  $F_2$  断层为弱导水断层,井田南界的  $F_1$  断层及西界的  $F_3$  断层均为弱导水断层,井田西北界及北界为煤系隐伏露头区,无断层阻隔,与外围奥灰水联系密切,为井田的主要进水边界。

### 3.2 奥灰含水层特征

中奥陶统石灰岩按沉积环境、构造旋回、岩性结构分为三组八段,自上而下为:

八段 角砾状泥质灰岩、白云岩组成,平均厚 14 m,岩溶发育,但风化物充填程度很高,据奥灰钻孔所揭露的资料显示,约有 66% 的钻孔中奥灰顶面有风化充填物。

七段 岩溶裂隙发育,平均 86 m,单位涌水量 0.137~ 5.57 L/(s·m),该段是 9 煤开采的主要含水含水层

六段 角砾状灰岩,平均厚 53 m,为隔水层,它隔绝了与下伏各段含水层的水力联系。

据已有钻孔资料, - 350 m 以上的漏水孔占钻孔总数的 70%, - 350 m 以下仅 30%。在正常地质条件下,岩溶发育程度随深度增加而减弱,但在断层带附近,由于应力集中,岩石破碎,水动力条件好,岩溶发育深度加大。

### 3.3 井田奥灰岩溶水富集规律

七里河与沙河强径流带均位于井田东西两侧,由于边界断层及向斜盆地的影响,大部分地下水在天然状态下沿井田外围绕流汇集到百泉,所以井田内不会发育与井田外围相类似的强径流带。

据构造、岩性和抽水资料,井田可分为 3 个水文地质区:

强富水区  $F_{10}$  断层以西奥灰埋藏较浅地段 (- 300 m 以上);

中等富水区  $F_{10}$  以东奥灰埋藏较深地段 (- 300 m 以下);

弱富水区 该区为煤盆地中心且遭受过火成岩侵入,奥灰标高 - 600 m 以上,富水性最弱

## 4 GIS在突水危险性预测中的应用

### 4.1 煤层底板突水主因素分析

多年开采实践及大量的突水事例证明,影响煤层底板突水的主要地质因素有如下 4 种:

a. 奥陶系灰岩含水层的强富水性是突水的物质基础,含水层的富水性与突水几率和突水量成正相关关系;

b. 奥陶系灰岩含水层作用于煤层底板上的顶托压力是突水的主要力源,在其他条件相同的情况下,水压愈大,煤层底板发生突水的几率也越大;

c. 断层对底板突水起控制作用,突水点的分布与结构面的展布具有明显的空间相关性;

d. 煤层底板隔水层是抑制突水的唯一条件,其阻水能力与厚度、岩性及其组合关系有关,在正常

的地质条件下,隔水层厚度越大的地段,突水的可能性越小;反之,厚度越小,突水的几率越大

概括地说,奥陶系灰岩含水层的存在是煤层底板突水的物质基础,其水压和岩溶发育程度直接影响突水危险程度和水量的大小。水压的大小和隔水层的工程岩体力学特性是决定底板能否突水的一对基本矛盾,当水压和隔水层的稳定性处于相对平衡状态时,断层起控制作用,使矛盾由不突水向突水方向转化。

### 4.2 煤层底板突水预测方法选择

煤层底板突水的发生,受地质、水文地质和开采条件等多种动态因素的影响,突水模式的建立和预测方法的确定应既能反映底板突水机理,又能同时考虑多种突水因素及它们之间的相互作用。本文研究的目的是在地理信息系统的支持下应用信息复合的方法,构造一个包含多变量的、具有实际物理意义的数学模型,以反映多因素对底板突水的综合作用及机理。

### 4.3 GIS技术评价邢台矿奥灰突水危险性的可行性分析

邢台煤矿 9 煤未开采,没有奥灰实际突水资料可供直接分析和拟合之用,这就为 GIS 的应用增加了困难,但信息复合方法与地理信息系统技术作为一种成功的技术方法,在本质上仍然是可以借鉴的。具体做法是:研究分析太行山东麓下组煤已采矿区的底板突水条件及其与邢台矿的相似性,选择与邢台矿条件近于一致且具有大量突水资料的王风矿作为邢台矿的拟合靶区,分析拟合靶区不同突水点的突水因素及其对底板突水所起的作用,用信息复合方法和地理信息系统技术对多种突水因素进行复合分析,确定突水模式和突水危险性阈值,作为邢台矿 9 煤开采底板突水危险性评价和预测预报的依据。

### 4.4 底板突水预测模型参数的采集与成图

主要考虑如下 4 种因素:作用于 9 煤底板隔水层的奥灰水压、奥灰岩溶发育程度、断裂构造、底板隔水层厚度及其岩性组合,并分别作出相应的图件。

#### 4.4.1 奥灰水压等值线图

主要考虑静水压力,计算时以水位标高表示,据水文长期观测资料,取历史最高水位 (+ 60 m) 作为计算值,在奥灰顶板等高线上作图。

#### 4.4.2 奥灰岩溶发育程度图

根据奥灰顶板标高、地质构造特征、岩溶类型、钻探中漏水情况及冲洗液消耗量、单位涌水量等定量评价岩溶发育程度。

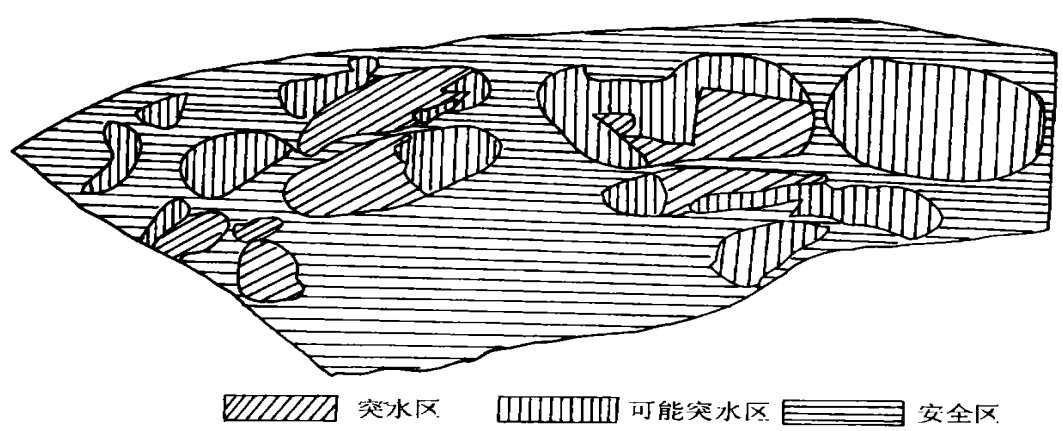


图 1 邢台煤矿 9 煤开采底板突水危险性预测分区图

4.4.3 断层网络复杂程度图

对矿区内纵横交错的断层网络,用盒子计数法求出断层迹线的分维值,作为表征断层网络复杂程度的指标

4.4.4 隔水层有效厚度等值线图

在参数选择时,将隔水层中不同岩性的岩层厚度累加以后即得隔水层的有效厚度。在计算过程中充分考虑华北地区中奥陶统与石炭系的沉积间断而造成的奥灰顶面的风化壳现象

4.5 多因素复合与突水模式建立

在 GIS 的支持下,对影响底板突水的因素进行逐一分析,确定与底板突水相关程度较高的主要因素,然后再根据底板突水机理,构筑数学模型,并与实际突水点进行复合处理,最后得出符合实际情况的突水模式

4.5.1 拟合靶区王风矿突水模式及分区阈值

$$Tsz = Kg^{\circ} Wp(Wp + Fd + Kg) / Mv^2,$$

式中  $Tsz$ ——突水指数;

$Wp$ ——奥灰含水层压力;

$Kg$ ——奥灰岩溶发育程度;

$Fd$ ——断层分维数;

$Mv$ ——隔水层有效厚度。

$Tsz \geq 1.5$  为突水危险区,突水点大多在此区域;  $0.7 \leq Tsz < 1.5$  为可能突水区,发生过少量突水,离突水点较近;  $Tsz < 0.7$  为安全区,该区域的工作面基本上能安全回采。

4.5.2 邢台煤矿 9 煤开采奥灰突水模式及预测预报

根据王风矿与邢台矿地质、水文地质条件的相似性,可以把王风矿的突水模式近似作为邢台矿 9 煤开采的突水预测模式:

$$Tsz = Kg^{\circ} Wp(Wp + Fd + Kg) Mv^2.$$

预测结果如下: (图 1)

4.5.2.1 安全区 ( $Tsz < 0.7$ )

井田西翼 - 210 m 水平以上地区,这些地区在正常地质条件下一般不会发生突水,可作为 9 煤开采的首采地段。但在开采之前仍应进行矿井水文地质探查,编制开采方案和制定相应的防治水措施。

4.5.2.2 可能突水区 ( $0.7 \leq Tsz < 1.5$ )

本区应在安全开采取得经验的基础上再进行开采,并制定切实可行的防治水措施

4.5.2.3 突水区 ( $Tsz \geq 1.5$ )

井田北部、西北部奥灰主要进水段,这些地区在开采之前必须做专门的矿井水文地质探查,并采取切实可行的防治水措施。

4.6 下组煤开采首采区的选择

在突水危险性分区图上,确定安全区 (- 210 m 水平以上地区),在正常的地质条件下开采一般不会发生突水,可作为 9 煤开采的首采地段。从水文地质条件和开采条件也可以看出这一点,该区过水能力差,构造简单,9 煤与目前开采的 2 煤无压茬关系,可以独立设置采区,易于隔离,因此把该区作为邢台矿下组煤开采的首采区是可行的。

5 结论

a. 应用 GIS 评价煤层底板突水的危险性,弥补了“突水系数”等传统预测方法的不足,使评价结果更加趋于实际

b. 应用 GIS 预测预报煤层底板突水,综合考虑了多种突水因素之间的相互作用及其效果,思路是正确的,方法是可行的,实践是成功的

c. 在尚未开采 9 煤的邢台煤矿借用条件相似的突水矿井作为建立突水模式和确定阈值的基础,从而建立邢台矿 9 煤开采的底板突水模式并进行预测预报,对 9 煤开采的规划首采区的选择起了积极作用,可在进一步验证的基础上加以推广应用

◦ 环境地质 ◦

# 榆神府矿区综合地质环境现状与预测

夏 斐 (陕西省一八五煤田地质勘探队 榆林 719000)

**摘要** 榆神府矿区由于特定的自然地理及地质背景,生态环境、地质环境十分脆弱,加之采矿工程引起地下水位下降,新增土地沙漠化和新增水土流失等环境地质问题。本次研究利用先进的神经网络模型对矿区综合地质环境现状进行了评价,并对在采煤条件下的发展趋势进行了预测,神府矿区地质环境质量现状以差为主,榆神矿区以中等为主,采煤后总体上矿区的地质环境质量有所下降。

**关键词** 地质环境 评价 预测 神经元模型

**中国图书资料分类法分类号** X141

**作者简介** 夏斐 女 31岁 工程师 水文地质 工程地质与环境地质

## 1 引言

榆神府矿区位于鄂尔多斯盆地的东北部,面积 7 398.7 km<sup>2</sup>,储量 800多亿吨。矿区煤层稳定、煤质优良、开采技术条件简单,适合于大型机械化开采,且地理位置优越,处于我国东西部结合部位,是我国煤炭工业战略西移的首选基地。矿区分为神府开发区和榆神开发区,远景规模约 240 Mt/a。神府矿区有 10年的开发史,已初步建成一个现代化矿区,目前煤炭生产能力约 10 Mt/a;榆神矿区是“九五”期间的重点开发矿区,目前矿区开发的前期工作正在紧张进行。矿区特定的自然地理及地质背景,生态环境、地质环境十分脆弱,水土流失、土地沙漠化等问题严重制约着矿区的可持续发展,加之采矿工程活

动引起诸多环境地质问题:新增沙漠化、新增水土流失、地下水位下降、地面塌陷、滑坡坍塌、煤矸石自燃等。由于上部主采煤层埋藏浅,开采时对地质环境有很大影响,因此研究采矿引起的综合地质环境问题尤为重要。

## 2 地质环境背景

### 2.1 地理位置

矿区地处陕北黄土高原与毛乌素沙漠的过渡地带,西部及中部为以风蚀为主的风沙区,行政区包括榆林市的小壕兔、马合、金鸡滩,神木县的大保当、瑶镇等;东部为水蚀风蚀都很强烈的黄土丘陵区,沟壑密度一般为 5~8 km/km<sup>2</sup>,相对切割深度 60~100 m,包括府谷县的大昌汗、老高川等;风沙区和黄土

## 参考文献

- 1 张大顺,郑世书等.地理信息系统技术及其在煤矿水害预测中的应用.徐州:中国矿业大学出版社,1994
- 2 煤炭部 129地质队.邢台煤矿下组煤开采水文地质报告.1989

- 3 谢和平.分形—岩石力学导论.北京:科学出版社,1996
- 4 王希良.邢台矿下组煤开采奥灰突水危险性评价.中国矿业大学硕士学位论文,1993

(收稿日期 1999-10-19)

## ASSESSMENT OF HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS AND PREDICTION OF WATER GUSH FOR MINING THE LOWEST COAL SEAM IN XINGTAI COAL MINE

Wang Xiliang (Beijing Campus, China University of Mining and Technology)

Zheng Shishu (China University of Mining and Technology)

Guo Lisheng (Xingtai Mining Co., Ltd)

**Abstract** The hydrogeological conditions in Xingtai coal mine are analyzed in order to mine the lowest coal seam under safe conditions. The study is focused on the affecting factors and mechanism of water inrush from coal seam floor. The risk analysis for water inrush from Ordovician limestone before mining has been made by using GIS. The mining area is divided into three parts, i. e. safe area, potential water inrush area and water inrush area. Meanwhile the range for initial mining is delineated.

**Keywords** hydrogeological conditions; water inrush; predictions; GIS; Xingtai coal mine