

# Research on the Mechanism of Groundwater Structure Control in Ningdong Coalfield

Aiguo Lu Zhen Lu\* Fawang Fan Peng Wang

Ningxia Hui Autonomous Region Bureau of Coal Geological Exploration, Yinchuan, Ningxia, 750002, China

## Abstract

The Ningdong coalfield in Ningxia is an important national coal production base, and each coal mine has corresponding hydrogeological work, but systematic structural control of groundwater in the coalfield has not yet been carried out. In order to understand the mechanism of structural control of groundwater in the study area, through the comparison of coal seams and marker layers, the structural system of the Ningdong coalfield was sorted out, and the control effect of structures on water-bearing layers was analyzed. It is basically determined that there are three main structures that control the confined water aquifer: first, the water-bearing layer exposed at the angle unconformity surface, which is mostly the recharge boundary of the water-bearing layer; second, large extensional faults have good water conductivity and can be used as the recharge boundary or discharge boundary of the water-bearing layer; third, large compressional faults generally do not conduct water or have extremely weak conductivity and can be used as an aquiclude boundary.

## Keywords

Ningdong coalfield; groundwater; structural control of groundwater

# 宁东煤田地下水构造控水机理研究

陆爱国 芦震\* 樊发旺 王鹏

宁夏回族自治区煤炭地质局, 中国·宁夏 银川 750002

## 摘要

宁夏宁东煤田是国家重要的煤炭生产基地, 各开采煤矿都有相应的水文地质工作, 但对煤田进行系统性构造控水研究尚未开展过。为了解研究区构造控水机理, 通过煤层及标志层对比, 宁东煤田构造体系梳理, 构造对含水层的控制作用分析。基本确定控制宁东煤田承压水含水层的构造主要有三种: 一是角度不整合面的含水层露头处, 多为含水层的补给边界; 二是大型张性断层导水性较好, 可作为含水层的补给边界或排泄边界; 三是大型压性断层, 一般不导水或导水性极弱, 可作为隔水边界。

## 关键词

宁东煤田; 地下水; 构造控水

## 1 引言

宁夏宁东煤田, 经过多年的建设如今已成为国家重要煤炭生产基地, 开采的煤矿虽然开展了相应的水文地质工作, 但煤矿对地下水系统普遍缺乏整体性认识, 对矿井水防

治与利用的理念也不同, 造成了水害原因不清、来源不明等问题。为此, 在宁东煤田整体空间范围开展地下水控水构造研究工作势在必行。

研究工作的主要任务是根据构造空间展布规律, 结合各主要含水层的水文地质特征, 分析主要控水构造对目标含水层地下水系统的控制作用, 并划分控水构造样式<sup>[1]</sup>。

研究思路: 从宁东煤田的区域地质构造背景出发, 通过研究宁东煤田的构造成因与构造演化史, 分析构造展布规律、空间格局, 结合目标含水层的水文地质特征, 揭示构造对地下水系统的控制作用, 遵循宏观到微观, 再由微观至宏观的层次分析法, 进一步归纳控水构造的认识。

【基金项目】宁夏自然科学基金资助项目(项目编号: 2023AAC03777); 宁夏回族自治区“地质资源勘探专项”财政资金支持(项目编号: 710002-21501)。

【作者简介】陆爱国(1987-), 男, 中国宁夏中宁人, 本科, 工程师, 从事水文地质、环境地质、煤田地质研究。

【通讯作者】芦震(1983-), 男, 中国宁夏银川人, 本科, 高级工程师, 从事水文地质、环境地质、煤田地质研究。

## 2 研究区地层

宁东煤田被新生界广泛覆盖。主要有晚石炭世、早二叠世及中侏罗世三个聚煤期, 含煤地层有石炭系上统一二叠

系下统太原组 (C2P1t)、二叠系下统山西组 (P1s) 和侏罗系中统延安组 (J2y), 主要含煤地层为太原组、山西组和延安组 [2]。

### 3 研究区构造体系

宁东煤田位于鄂尔多斯盆地西缘冲断构造带, 见图 1。构造带总体上呈南北向展布, 北起内蒙古磴口, 南经桌子山、贺兰山、宁东煤田, 南至陕西宝鸡附近。西缘冲断构造带由冲断—推覆体系、前缘带、前缘外带及原地岩体组成, 宁东煤田主要位于推覆体系中, 推覆体系是由若干逆冲断裂及逆冲席组成的叠瓦状构造。

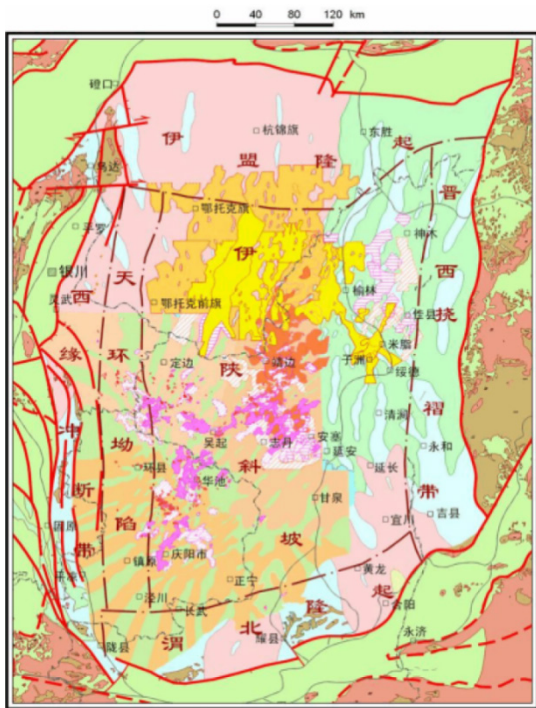


图 1 鄂尔多斯盆地构造略图

该推覆体系在东西向上由几条大型逆冲断裂分割, 形成典型逆冲推覆构造及烟墩山、石沟驿、韦州、罗山四个逆冲推覆席, 并在逆冲推覆构造带的中部形成了鸳鸯湖—冯记沟背斜、周家沟—于家梁背斜、积家井背斜、石沟驿向斜等褶皱构造, 共同构成了该区的推覆系统。

地质构造主要表现为岩石的断裂、劈理、褶曲以及其他线状、面状构造。线状构造分为大型线状构造和小型线状构造, 大型构造主要指变形岩石中形成的粗大线状构造, 小型线状构造主要指手标本或显微镜下所见的矿物生长线理。面状构造包括原生的和次生的两种。原生的如层面、间断面、不整合面、岩体之间或岩体与围岩间的接触面、岩浆岩的流面等; 次生的亦称变形面, 包括断层、节理、劈理和片理等。

### 4 水文地质条件

宁东煤田地处鄂尔多斯台地与银川平原过渡地带, 地势东高西低, 地貌成因类型属干燥剥蚀台地。属中温带干旱

气候区, 降水稀少、蒸发量大。地表水系属黄河流域, 发育有近东西向的水系, 最终汇入黄河。地下水的存在形式主要为孔隙水和基岩裂隙孔隙水, 岩溶裂隙水次之。具有明显的内陆干旱地区水文地质特征。

研究区含水层组划分为: 孔隙潜水含水层组、裂隙孔隙承压水含水层组、岩溶裂隙承压水含水层组。

#### 4.1 孔隙潜水含水层组

中等富水性含水层: 主要为小型洼地及沟谷冲、洪积层, 如边沟山间洼地、西天河流域冲洪积层等。主要接受大气降水及沙丘水补给, 矿化度变化大, 以蒸发和径流方式排泄, 沿沟谷汇入西天河。白芨滩山间洼地曾为磁窑堡的供水水源地。

弱富水性含水层: 孔隙潜水, 分布区地形较高, 分布广泛。受地下水补给及排泄条件影响, 富水性变化较大。

#### 4.2 裂隙孔隙承压水含水层组

由古近系底砾岩、白垩系、侏罗系、三叠系、二叠系与石炭系不同粒级的砂岩段组成, 现分述如下。

##### 4.2.1 古近系底砾岩及基岩风化裂隙带含水层组

古近系底砾岩与基岩呈不整合接触关系, 没有隔水层存在, 所以古近系底砾岩含水层和基岩风化裂隙含水层共同组成统一的含水层, 地下水主要赋存于砾岩孔隙及基岩风化裂隙中。

根据统计的宁东煤田 1017 个钻孔古近系底砾岩含水层资料, 古近系底砾岩含水层主要分布于红墩子矿区、横城矿区、全区分布, 鸳鸯湖矿区麦梁山井田北部, 双马井田东区中东部, 银星一号井田, 金凤井田中西部, 李新庄于家梁勘查区, 萌城矿区北部。

该含水层岩性以古近系底砾岩为主, 砾石分选差、磨圆差, 呈半固结状态。平均厚度 132.18m, 富水性弱~中等。

##### 4.2.2 白垩系含水层组

主要出露于四耳山、面子山、马鞍山、清水营地区。在清水营煤矿最大揭露厚度为 222.30m, 岩性以中、粗粒砂岩为主。据碎石井矿区及清水营煤矿勘探阶段抽水资料, 单位涌水量 0.009~0.5L/m·s。

##### 4.2.3 侏罗系含水层组

###### ①直罗组含水层组。

该含水层组在灵武、鸳鸯湖、马家滩、积家井和萌城等矿区普遍发育, 仅在红柳井田东南部, 双马井田东区东北部、双马井田中部偏西、银星一号井田中南部及东部、新乔井田东部、李家坝井田东部、宋新庄井田东南部、金凤井田大部由于构造、剥蚀等原因缺失。

该含水层岩性以直罗组中粗粒砂岩 (俗称“七里镇砂岩”) 为主, 该段碎屑岩以泥质胶结为主, 胶结状态呈松散或较松散状, 用锤击打易发生破碎, 有的甚至手捻即散。平均厚度 84.58m, 富水性弱~中等。

###### ②延安组含水层组。

该含水层组在灵武、鸳鸯湖、马家滩、积家井和萌城等矿区普遍发育,岩性主要为深灰色、灰色或者灰白色的砂岩,粒度大小不一。该含水层与煤层互层,导致含水层厚度普遍较薄,在天然条件下各含水层间水力联系较弱。

#### 4.2.4 三叠系含水层组

为延安组下覆地层,全区分布广泛。岩性为粗、中、细粒砂岩,泥岩与粉砂岩呈互层状,胶结较致密,透水性差,钻孔施工过程中未见涌漏水,富水性弱。

#### 4.2.5 二叠系石炭系含水层组

该含水层组在红墩子、横城、韦州和四股泉等矿区普遍发育。

##### ①孙家沟组石盒子组含水层组。

由粗、中、细粒砂岩组成,分选中等,磨圆度中等,泥质、钙质胶结,裂隙不发育。据红墩子矿区资料,该含水层厚度约在40~360m左右,含多个子含水层,含水层厚度变化大,具有承压性,富水性弱。

##### ②山西组太原组含水层组。

该含水层组主要分布于红墩子矿区、横城矿区、四股泉矿区、韦州矿区。由山西组陆相碎屑岩系的粗、中粒砂岩与太原组的海陆交互相粗、中粒砂岩、石灰岩构成,分选中等、磨圆度中等,富水性弱。

#### 4.3 岩溶裂隙承压水含水层组

以奥陶系灰岩为主,主要分布于横城矿区、红墩子矿区,多被第四系及第三系覆盖,仅在马鞍山北段—黑山一带有零星出露。岩溶发育程度及地形地貌条件决定了其富水性大小,见图2。

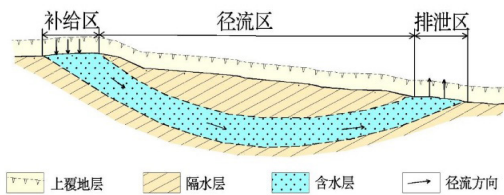


图2 承压水补径排示意图

## 5 构造控水研究

宁东煤田地下水构造控水研究主要是通过煤层及标志层对比,梳理宁东煤田构造体系,分析构造对含水层的控制作用,尤其是充当含水系统的补给边界和隔水边界的断层。

岩体与围岩间的接触面、岩浆岩的流面在宁东煤田未发育。劈理、片理为小型面状构造,无法对宁东煤田大区域的含水层产生控制作用。故控制宁东煤田含水层赋存状态的主要有褶皱、断裂、不整合面三种构造<sup>[3-5]</sup>。

### 5.1 褶皱的控水作用

水文地质单元边界分为补给边界、排泄边界、隔水边界。项目目标含水层均为承压含水层,具有稳定的隔水顶板和隔

水底板。承压水按赋存环境不同补给来源主要有大气降水、侧向径流补给、构造裂隙越流补给等,而径流方向是由静水压力大处向静水压力小处径流,在有稳定隔水顶板和隔水底板的前提下,褶皱无法控制地下水流向,且无法作为补给边界、排泄边界、隔水边界,更多的是体现其蓄水、储水构造的特性。故宁东煤田水文地质单元的边界主要由不整合面、断裂组成。

### 5.2 不整合面的控水作用

宁东煤田基本被第四系和古近系所覆盖,且与下伏地层均呈角度不整合接触关系,形成了不整合接触面,基岩含水层在露头处接受大气降水、第四系潜水及古近系底砾岩含水层补给,故不整合面的含水层露头处可以作为该含水层的补给边界,见图2补给区。

当不整合面的含水层露头处的静水压力小于径流区静水压力时,也可以作为该含水层排泄边界,见图2排泄区。

### 5.3 断裂的控水作用

断裂构造分为裂隙、节理和断层,裂隙和节理指岩石中的裂缝、破裂面两侧岩层未发生明显位移,断层指破裂面两侧发生明显位移。因此,断层是控制区域含水层的重要构造。

通过众多文献资料,对断层导水性的认识如下:对断层富水性、导水性影响较大的因素主要包括断层的时间、规模、力学性质、断层的空间结构、断层两盘的岩性等<sup>[6]</sup>。

#### 5.3.1 断层的时间性

优势面理论把断层按其形成年代划分为“老”“新”“活”三类,所谓“老”断层是指燕山期以前及燕山期产生的,且近期无明显再活动的断层;“新”断层是喜马拉雅期(E-Q)形成的;“活”断层是影响到全新世(Q4)的断层。

断层有其自身演变历史,在不同的阶段,其活动特点也不尽相同。断层形成越早,其断面胶结度愈高;断层形成时间越新,切割性与连通性也相对越好,充填物少,断层带胶结差,富水性和导水性也越强。

#### 5.3.2 断层的规模及空间结构

只有在断层断距、断层延展长度有一定规模时,具有地下水运动和储集的空间时,才可能富水。

#### 5.3.3 断层的力学性质

一般认为,张性断层的透水性较强,压性断层的透水性较弱,扭性断层的透水性则介于二者之间。

张性断层和张扭性断层是在低围压条件下产生,一般其张开程度大,断层面粗糙,破碎带中的破碎充填物多为棱角状岩块组成的构造角砾岩,大小不等,破碎物较疏松,透水性和含水性相对较强<sup>[7]</sup>。

压性断层一般是在高围压条件下受强烈挤压而形成,闭合性好,其破碎带多被压碎岩、强烈片理化和糜棱岩化的粉碎性物质充填压实,透水性和含水性较差。

### 5.3.4 断层两盘岩性

断层两盘为脆性可溶岩,断层及其影响带因半生裂隙、喀斯特现象发育,透水性好;断层两盘为脆性但岩性为不可溶岩性时,断层两侧往往发育张性较好的牵引性质裂隙,透水性好;断层两盘为塑性岩时,断层破碎带多被低渗透性泥质充填,孔隙、裂隙率低,断层面闭合,导水性极弱或不导水。

综上所述,控制宁东煤田承压水含水层的构造主要有以下三种:

①角度不整合面的含水层露头处,多为含水层的补给边界。

②大型张性断层导水性较好,可作为含水层的补给边界或排泄边界。

③大型压性断层导水性较差,由于含水层一般为中粗粒砂岩,多属脆性岩石,若断距小于含水层厚度,则未断开该含水层,若断距大于含水层厚度,致使两盘的含水层与隔水层相接,隔水层以塑性的泥岩、泥质粉砂岩为主,断层破

碎带多被低渗透性泥质充填,孔隙、裂隙率相对较低,断层面闭合,导水性极弱或不导水,可作为较好的隔水边界。

### 参考文献

- [1] 余秋生,周文生,韩银利,等.宁夏中南部严重缺水地区地质构造控制地下水分布规律研究[M].银川:阳光出版社,2014.
- [2] 王成,程建华,孟方,等.中国区域地质志·宁夏志[M].北京:地质出版社,2018.
- [3] 贺江辉.淮南煤田北部矿区构造控水机理研究[D].淮南:安徽理工大学,2015.
- [4] 许春耕.淮南煤田水文地质单元划分[D].淮南:安徽理工大学,2015.
- [5] 牟来艳.陕北侏罗纪煤田水文地质特征及水文地质单元划分[D].西安:西安科技大学,2014.
- [6] 蒋建平,章杨松,阎长虹,等.地下工程中岩移的断层效应探讨[J].岩石力学与工程学报,2002(8):1257-1262.
- [7] 蒋建平,高广运,李晓昭,等.隧道工程突水机制及对策[J].中国铁道科学,2006(5):76-82.