

# 华北煤矿区充水含水层及隔水层研究

《中国北方岩溶地下水资源及大水矿区岩溶水的预测、利用与管理研究》项目组<sup>①</sup>

**摘要** 统一使用勘探、开采过程中获得的水文地质资料,从沉积、富水性规律等方面,对华北煤矿区的主要充水含水层—中奥陶世石灰岩、太原期石灰岩及第四纪松散层作了区域性论述,并对区域性隔水作用的本溪组进行了详细研究。

**关键词** 华北;煤田;含水层;隔水层

**中国图书资料分类法分类号** P641.461

华北煤矿区矿井主要充水含水层,为煤层底板中奥陶世石灰岩(下称奥灰),顶底板煤系夹层石灰岩及顶板第四纪冲积层。对底部含水层水进入矿井起区域性隔水作用的为本溪组。现将初步研究成果作如下概述<sup>②</sup>

## 1 中奥陶世石灰岩沉积规律及富水性

华北地区中奥陶世沉积环境为浅海碳酸盐台地,其西北缘为东胜—燕山古陆,东侧为胶辽隆起,南侧为熊耳—伏牛古陆,西南濒临北祁连海槽,北与兴蒙海槽沟通(据王鸿祯等,1985),构成典型的陆表海古地理景观。海浸由北东向南西推进。中奥陶世后,由于大规模的造陆运动,华北和东北南部发生海退,使华北陆表海上升为陆,广大地区遭受剥蚀,仅在华北大陆西缘(如宁夏固原、谓北东部)有上奥陶统(背锅山组)沉积,亦为以碳酸盐为主的沉积物。

华北地区中奥陶统的残留厚度,最大811 m(山西长治),最小117 m(河北广灵),一般为300~500 m。地层等厚线在华北北部总体是NE向,在华北南部是近东西向,大致与古陆的边界相平行。厚度大于500 m的地

区主要分布于华北中部,即长治—石家庄轴线两侧,呈NE向延展;另一分布区在以徐州为中心的苏、鲁、豫、皖交界处,大致呈近EW向展布。厚度变化的另一特征是,总体看中间厚、南北薄。这除了与原始沉积厚度有关外,后期的剥蚀作用亦有很大影响。中奥陶统峰峰组仅保存在保定—宁武一线以南地区,而该线北侧则缺失;在辽宁朝阳和河北广灵不但没有峰峰组,甚至连上马家沟组也缺失,显然,这种缺失乃后期剥蚀所致。

华北中奥陶统的岩性组合特征可分为三种类型:北部(垦利—德州—原平连线之北)为以钙质为主的碳酸盐岩组合(可以唐山为例);中部(上述连线以南,侯马—焦作—济宁连线之北)以镁质为主的碳酸盐岩组合并含膏盐层(可以峰峰为例);南部以镁质为主的碳酸岩组合(可以徐州为例)。

中奥陶统富水性可用泉流量、钻孔抽水试验单位涌水量、换算成168 mm口径、降深10 m的单井涌水量及矿井最大突水量和矿坑排水量来表述。前三者在区内较为普遍,后者仅限于部分矿区。用泉流量、单位涌水

<sup>①</sup> 执笔:王梦玉、林曾平、韩同相、王琦、煤科总院西安分院 710054

<sup>②</sup> 实际图纸、资料等请参看本课题研究报告

量、单井涌水量表示地层富水程度的划分方案如表 1。

表 1 地层富水程度划分方案

富水程度	极强	强	中等	弱
泉流量( $\text{m}^3/\text{s}$ )	>1.0	1.0~0.1	0.1~0.01	<0.01
单位涌水量( $\text{L}/\text{s}\cdot\text{m}$ )	>10	10~2	2~0.5	<0.5
单井涌水量( $\text{m}^3/\text{d}$ )	>3 000	3 000~1 000	1 000~200	<200

a. 泉流量:据不完全统计,区内出露在中奥陶统中的主要岩溶泉约有 120 个,其中:流量大于  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  的富水性极强的岩溶泉约有 30 个,主要分布在太行山东、南、西麓、晋北、晋西南、辽南、渭北、京西地区,占岩溶泉总数的 25%;流量  $1.0 \sim 0.1 \text{ m}^3/\text{s}$  富水性强的岩溶泉约有 50 个,占总数的 41.6%,主要分布在鲁中南地区;徐州、两淮及豫西地区的岩溶泉的流量大多数都小于  $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ ,为中等富水,局部为弱富水。

影响富水程度的因素除了与中奥陶统厚度岩性和裂隙岩溶发育程度等有关以外,还与岩溶水系统蓄水构造的面积、中奥陶统裸露区面积、其它含水层补给情况、外源水的汇水面积和补给密切相关。从岩溶泉流量反映的中奥陶统富水性可以看出,区内总的来说是属极强—强或中等富水的,但还呈现出从西向东,由极强变强;由北向南,由强—极强变中等的趋势。

b. 单位涌水量和单井涌水量:单位涌水量和单井涌水量是评价地层富水性的常用指标。由于区内裸露、覆盖、埋藏区及补给、径流、排泄区和断裂带及其附近地区和远离断裂带的地区的差异,加上抽水孔口径的大小和降深的不同,使在同一地区(系统和矿区)内的单位涌水量和单井涌水量变化甚大,但宏观上它们仍能说明问题。

纵观研究区各地区的单位涌水量,多数是中等、强—极强富水。其中:燕山南麓山

前地带和太行山东南麓山前地带、辽南、山西、渭北东部的断陷盆地和向斜盆地的翼部地区的富水性要比鲁中南地区强些。如开滦京西地区的最大单位涌水量可达  $171 \sim 184 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ ;井陘、邢台、邯郸、峰峰、焦作地区最大单位涌水量为  $40 \sim 76 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ ;轩岗、霍县、韩城、澄合地区最大单位涌水量为  $36 \sim 191 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ ,而鲁中南地区最大单位涌水量为  $28 \sim 50 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ 。两淮及豫西地区,由于受中奥陶统厚度(小于  $200 \sim 250 \text{ m}$ )和补给面积小等因素影响,故最大单位涌水量仅为  $2 \sim 24 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ 。

换算成  $168 \text{ mm}$  口径、降深  $10 \text{ m}$  的单井涌水量在区内变化较小,一般由  $100 \text{ m}^3/\text{d}$  以上至  $2 000 \text{ m}^3/\text{d}$  或  $3 000 \text{ m}^3/\text{d}$  (燕山南麓、太行山东南麓、徐淮地区),  $100 \text{ m}^3/\text{d}$  至  $2 000$  或  $3 000 \text{ m}^3/\text{d}$  (鲁中南、山西、渭北),最大可达  $4 500 \sim 12 000 \text{ m}^3/\text{d}$ ,为中等、强—极强富水。

从各地区的单位涌水量和单井涌水量的变化,可以看出燕山及太行山山前地带富水程度的不均一性比断陷盆地和向斜翼部要大。

70 年代以来,华北各地区中奥陶统大型孔组群孔抽水试验及井下放水试验资料,能更准确地反映出中奥陶统含水层的富水性(表 2)。由于井损系数的缘故,孔组群孔抽(放)水试验得出的单位涌水量,不能直接和单孔抽水试验的资料相比较。

应当指出的是,个别的抽(放)水试验资料,因孔与孔、孔组与孔组之间距离太远,使之在试验过程中没有形成统一的降落漏斗,这样的试验得出的成果是偏大的。

## 2 太原组石灰岩沉积规律及富水性

晚石炭世海侵扩大,晋、冀、辽南、鲁西、豫西南、徐淮及渭北等地,均有海陆交互的含煤沉积——太原统,并普遍分布有工业价

值的煤层。在整个华北,太原组岩性都比较稳定,易于对比。其岩性大致可分为三段:下段砂岩段,呈海陆交替的砂岩、页岩、石灰岩的完整海进—海退旋回,夹薄煤;中段石灰岩段,由多层石灰岩和砂岩、页岩夹层组成。岩相总体面貌是呈 EW 向展布的格局。北部以

灰岩层数均在 10 层以上,多者超过 15 层(苏皖一带),石灰岩总厚均大于 10 m,且向 SE 方向逐渐增厚,至淮南、淮北最厚可达 70 m 以上。

太原组夹层石灰岩的富水性除与其层数、厚度及岩溶发育程度有关外,更主要取决于中奥陶统(石灰岩)地下水对其补给的条件。例如峰峰、焦作、平顶山矿区断层切割严重,主要薄层石灰岩(L<sub>2</sub>、大青灰岩)距中奥陶统石灰岩只有 25~40 m,中奥陶统石灰岩水对夹层石灰岩有强烈补给,故单位降深涌水量在 11 L/(s·m) 以上,峰峰矿区可达 58 L/(s·m)。淄博、肥城、淮北等矿区,虽然断层切割也很严重,但由于主要夹层石灰岩与中奥陶统石灰岩的距离为 35~60 m,下者向上者的越流补给能力要弱得多,其单位降深涌水量仅在 5 L/(s·m) 左右。现列对夹层石灰岩进行的井下放水试验资料于表 3。

表 2 大型中奥陶统孔组群孔抽(放)水试验一览表

试验地点	抽(放)水量 (L/s)	中心水位下降 (m)	单位涌水量 (L/s·m)
河北邯郸王风	1565	1.76	889.0
河北峰峰二里山	1672	3.18	526.0
河北峰峰羊渠河	763	2.06	370.0
河北峰峰杨二庄	295~448	8.5	34.7~57.7
河北峰峰午汲	186~448	7.35	25.3~61.0
河北峰峰九龙口	229	41.09	5.57
河北邢台中关	694	8.3~8.6	83.6~80.7
河北邢台王窑	243~277	3.8~4.0	68.5~65.1
河北邢台西郝庄	95.2	3.63	26.2
河北邢台西石门	847	23.45	36.1
河南焦作岗庄	989	13.33	74.0
山东济宁岱庄	529	11.2	48.1
山东莱芜业庄	1226	59.14	20.7
山东莱芜顾家台	247	22.4	11.0
山东济宁许厂	79	46.16	1.9
山东兖西	185	6.62	27.9
山西平朔	396	0.66~1.28	606.0~310.0
陕西蒲城袁家坡	139	0.93	148.0
陕西韩城	277	2~3	138.0~92.3
陕西府谷	1990	10~15	199.0~132.0
内蒙准旗黑岱沟	144	0.85	170.0

碎屑岩为主,夹 5 层以下的石灰岩,石灰岩总厚在 10 m 以下;而南部则以石灰岩为主,石

### 3 第四系含水层特征

华北地区第四系分布广泛,沉积类型复杂。其富水性按分布叙述如下:

#### 3.1 山前倾斜平原

分布在太行山东麓、南麓、燕山南麓、鲁中南、豫西、皖北等地的山前冲种—洪积倾斜平原,含水层岩性由山前的卵砾石、中粗砂为主,逐渐过渡到细砂、粉砂,含水层由厚变薄,层数由少变多,呈多元结构。

表 3 夹层灰岩放水试验疏干降压效果

矿 井	含水层	厚度 (m)	静水位 (m)	放水孔 (个)	放水标高 (m)	放水量 (m <sup>3</sup> /min)	水位下降 (m)	放水年代
峰峰羊渠河	大青灰岩	4~6	+90	1	±0	4.6	70~80	1987
淄博夏庄	徐家庄灰岩	3~7	+170	9	-80	3.79	100~200	1961
徐州新河	一灰至六灰	29	+32.6	6	+6	8.11	26	1968
肥城东四矿	徐家庄灰岩	6~8	+42.9	—	-7	30	49~54	1988
淮南五个矿	太原统	35	+30	30	-280	20	245	1982
新汶良庄	一层灰岩	5	+168	7	+50	5	93	1960
峰峰二矿	山伏青灰岩	22	+143	7	-90	2.98	53	1963

### 3.1.1 全新统、上更新统孔隙潜水(或微承压水)

含水层由砂砾石组成,厚度一般为30~50 m,单位涌水量一般为8~16 L/(s·m)。

### 3.1.2 中、下更新统孔隙承压水

含水层岩性由砂及砂砾石组成,单位涌水量为3~8 L/(s·m)。

## 3.2 冲积平原

如辽河平原、海河平原、黄河平原及淮河平原,含水层由砂及砂砾组成,其富水性取决于砂及砂砾的厚度。根据两淮资料可作如下划分:

### 3.2.1 全新统、上更新统孔隙潜水

含水层埋深50 m左右,由粉砂、砂、砂砾组成,厚度5~25 m,单井涌水量一般为192~480 m<sup>3</sup>/d,在古河道可达720~960 m<sup>3</sup>/d。

### 3.2.2 中、下更新统孔隙承压水

含水层埋深在50 m以下,由粉砂、细砂、中粗砂和砾石组成。含水层厚度各地不一,在阜阳断裂以西为108~247 m,以东逐渐变薄,仅有20~80 m。在阜阳、临泉、亳县等地水位高出地表1~2 m,单井涌水量480~1440 m<sup>3</sup>/d。

## 3.3 太行山西侧断陷盆地

有大同盆地、忻州盆地、太原盆地及临汾盆地。各盆地从边缘到中心,含水层岩性由砾石、砂逐渐过渡到细砂、粉砂。含水层富水性除受岩性控制外,还受含水层的规模、补给条件和所处地貌形态的控制。根据含水层的埋藏条件和水力性质可作如下划分:

### 3.3.1 全新统、上更新统孔隙潜水

含水层岩性由砂砾石、粗砂、中砂和细砂组成,厚度在冲积平原为10~15 m,在冲洪积倾斜平原为10~30 m,埋深一般为60~80 m以上,单位涌水量一般为0.5~14.0 L/(s·m)。

### 3.3.2 中、下更新统孔隙承压水

含水层岩性由砂砾石及中细砂为主组成,其厚度一般在30~50 m之间,含水层埋深在60~80 m以下,单位涌水量一般为3~17 L/(s·m)。

山前冲洪积扇群、冲积平原富水性中等或强富水,在湖积平原、黄土台地富水性相对较弱。

## 4 本溪组沉积规律

本溪组是在华北地台经历了中奥陶世至早石炭世的剥蚀、夷平和准平原化作用之后,最早沉积下来的含煤地层。其厚度大者在地台东部临沂、新汶为80~90 m,东北部本溪为164 m,向西和西南变薄,直至缺失,一般厚度为40~50 m。岩性大致可分为三段:下段为砂岩、页岩、砂质页岩互层,底部有一层粘土(俗称G层粘土),局部尚有山西式铁矿分布,夹石灰岩1层和薄煤或碳质页岩2~3层;中段为厚层页岩夹砂岩段;上段为砂岩、砂质页岩及石灰岩的韵律层,构成4个沉积旋回,是一套典型的海陆交互相沉积。岩相在空间上的分布是:东部浅海相成分多,以石灰岩为主,石灰岩层数在辽东和苏鲁地区达7层以上,总厚30~50 m;向西浅海相成分渐减,到冀、晋、豫石灰岩层数减少到1~3层,其总厚也减到不足10 m;再向西到豫西、晋西已无浅海相石灰岩沉积,变为陆相砂页岩,甚至变为仅有残积相的粘土岩、铁铝岩沉积。

综合上述,中石炭世的古地理面貌是一个北、南、西分别由阴山、大别山和乌兰格隆起所环抱,向东倾斜的簸箕形敞向外海。海水由山东—辽东进入,在海侵未到之处的西、南部,则沉积有陆相、残积相。中石炭统本溪组从整体看来,可视为区域隔水层。北方各矿区经受多次地壳运动,地质构造复杂,特别在构造复合部位。如太行山东麓和南麓,地处两大构造单元交接部位,断裂密集,岩层破碎,隔水层强度大大降低。因此,隔水层的强度不

单纯取决于隔水层本身的岩性和厚度,更重要的是取决于它形成后所遭受的构造破坏,以及断裂发育程度,特别是导水断裂的发育

特征和分布密度。北方煤矿区最底部主采煤层与中奥陶统石灰岩间隔水层厚度见图 1。

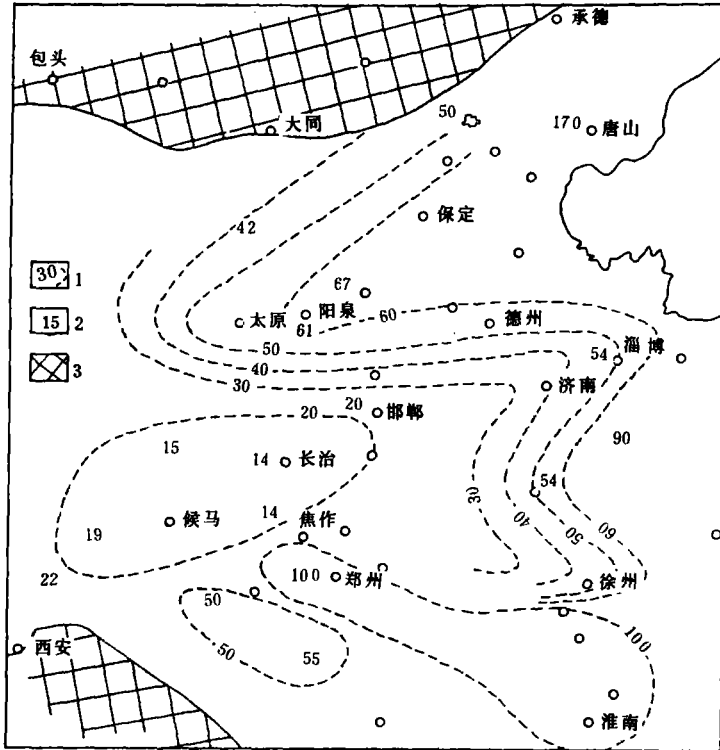


图 1 底煤与奥灰距离等值线图

1—煤层与奥灰距离等值线;2—煤层与奥灰距离(m)3—隆起区

## A STUDY ON COAL FIELD WATER CHARGING AQUIFERS AND AQUITERDS

Wang Mengyu et al.

(Institute of hydrogeology Xi'an Branch, CCMRI)

**Abstract** By combining use of data attained during mining operation and field exploration, this paper discussed regionally the regularities of deposition and water — abundance change of the main coal field charging aquifers in the North China — the mid—Ordovician limestone, Taiyuan group limestone and the Quaternary loose deposit. Studied into detail the Benxi group which acts as an regional aquitard in the North China.

**Keywords** North China; coal fields; aquifer; aquiterd