

文章编号:1001-1986(2002)01-0038-03

兖州西部奥陶系水文地质特征

刘希新¹, 于克君² (1. 山东煤田地质局第一勘探队, 山东 滕州 277500;
2. 山东煤田地质局, 山东 泰安 271000)

摘要:华北地区奥陶系厚度大, 富水性强。本文以兖州西部水源地勘探、抽水试验资料为基础, 通过对奥陶系的水文地质特征的综合研究, 将奥陶系含水岩组划分为 7 个含水层段。该方案在鲁西南的水文地质勘探中已得到了普遍应用。

关键词:奥陶系; 水文地质条件; 含水层段; 兖州西部

中图分类号:P641.6 **文献标识码:**A

1 引言

华北地区奥陶系碳酸盐岩厚度大, 分布广, 富水性强, 在断裂带和浅埋区可形成大型的供水水源地, 是石炭二叠系煤田主要的突水水源。因此, 奥陶系含水特征的研究一直是这一地区的重要课题。其中, 奥陶系含水特征在垂向的变化规律——层控规律越来越受到重视。曹以临等(1982)研究了华北奥陶系岩溶发育特征的层控规律, 林曾平等(1982)对峰峰奥陶系划分了 3 组 8 段, 冯启言(1990)对滕沛煤田奥陶系划分为 3 组 7 段。上述划分在区域上具有代表意义, 并被生产单位所采用。但华北奥陶系在岩性、厚度、岩溶发育规律、富水性等都有很大的差异, 不同地区含水层段的划分既可区域上对比, 又有一定的差异。本文以穿透奥陶系的 3-2 孔为基准剖面, 结合区内的 23 个水文地质孔对兖州西部的奥陶系进行了综合研究, 提出了奥陶系含水层段的划分方案。

2 兖州西部水源地水文地质概况

研究区位于兖州煤田西部, 第四系厚度 0 ~ 158.92 m, 根据岩性可分为上、中、下三组, 其中上组

0 ~ 93.65 m, 砂层为主, 粘土含量少, 为第四系主要含水层段; 中组以粘土为主, 相对隔水; 下组含水性中等。区内奥陶系厚度、岩性稳定, 根据“山东省区域地质表”将其划分为中统(八陡组, 阁庄组)和下统(马家沟组, 北庵庄组, 纸坊庄组)。除滋阳山有少量露头外, 均被第四系覆盖。因此奥陶系主要补给来源为研究区外的侧向径流和第四系松散层的人渗补给。岩溶水总的径流方向由东北趋向西南, 沿孙氏店断层流向邹县西部水源地。

3 兖州西部奥陶系含水层段划分

研究区内奥陶系资料很少, 为此, 在勘探工程中首先施工了 3-2 号基准孔, 该孔穿过奥陶系, 见寒武系 29.51 m 停孔, 全部取心, 分层进行化学成分测试和岩矿、地层古生物鉴定。在上部进行了 3 层段 4 次抽水试验, 全孔进行了测井解释、流量测井和超声成像。另外还施工了 20 个奥灰孔, 进行了 32 层段抽水实验, 并对 32 个水样进行了化学成分分析。上述资料表明奥陶系岩溶裂隙发育程度、富水性、水质等方面具有明显的垂向分带规律, 因此, 根据岩性、岩层的组合、物性特征和水文地质特征把奥陶系划分为 7 个含水层段, (图 1)各段的特征分述如下:

收稿日期:2001-05-22

作者简介:刘希新(1946—), 男, 山东滕州人, 山东煤田地质局第一勘探队高级工程师, 从事煤田水文地质、工程地质工作。

参考文献

- [1] 何修仁等. 注浆加固与堵水[M]. 沈阳: 东北工学院出版社, 1990: 214-220.
- [2] 曾荣秀等. 注浆技术经验汇编[C]. 北京: 煤炭工业出版社, 1988.
- [3] 施普德. 井水量计算的理论与实践[M]. 北京: 地质出版社, 1977.

A preliminary discussion about pumping grouting

GU Meng-han (Dept. of Civil Eng, Huainan Institute of Technology, Huainan 232001, China)

Abstract: Up to now grouting parameters for the porous surrounding rocks, depended on the penetrating coefficient for shallow surface soil, is unfit for the deep surface soil grouting. Derived from the most outstanding characteristic of the effects which the grouting pressure has on grout diffusibility, this article poses a method, that suggests grouting and pumping are simultaneously applied, this method will be helpful to increase the grouting hydraulic gradient as well as expand the effective grout diffusivity radius and thus strong then the grouting efficiency of the deep surface soil.

Key words: porous surrounding rocks; pumping; grouting; hydraulic gradient

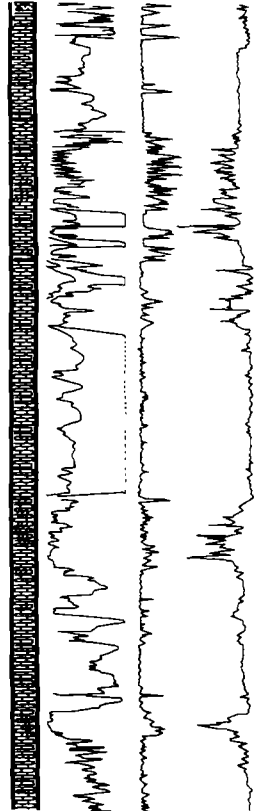
地层单位			厚度 /m	测 井 曲 线		水文地质特征	含水层段
系	统	组		电阻率	密度 伽玛		
奥陶系	中统	八陡组	65.81~121.35 92.78			灰岩中岩溶发育, 蜂窝状, 方解石、泥质填充 $q=0.587\sim3.502\text{ L/s.m}$	O ⁶
		阁庄组	104.75~127.80 113.59			溶洞发育, 有的钻孔溶洞总厚 8.2 m, 充填细砂、粉砂 $q=2.488\sim8.721\text{ L/s.m}$	O ⁵
	下统	马家沟组	202.75~227.30 209.78			溶洞、裂隙发育, 个别钻孔溶洞累厚 25 m $q=0.995\sim2.632\text{ L/s.m}$	O ⁴
		北庵	64.85~82.46 70.04			裂隙、蜂窝状溶洞发育, 最大溶洞 1.6 m $q=1.329\text{ L/s.m}$	O ³
			133.40~139.40 137.43			具裂隙, 有溶蚀现象, 局部岩溶发育, 方解石充填 $q=1.454\text{ L/s.m}$	O ²
		纸坊庄组	13.83~21.15 17.48			局部蜂窝状溶洞, 含水弱	O ¹
		纸坊庄组	72.10~95.92 72.10			局部溶蚀, 含水微弱	O ⁰

图1 兖州西部奥陶系含水层段划分

3.1 O⁶ 含水段

该区揭露此段有 12 个钻孔, 揭露完整的有 5 个孔。岩性为浅灰色厚层微晶、泥晶石灰岩, 砾屑、砂屑石灰岩。物性为高电阻率、高密度、低伽玛异常。

岩溶裂隙多呈蜂窝状。在 3-2 号孔见直径 2~40 cm 的溶洞。上部岩溶裂隙多被方解石充填, 泥质物次之。下部岩溶裂隙比上部相对发育。12 个钻孔中有 6 孔漏水, 最大漏失量大于 15 m³/h。水位标高 +36.03~+36.66 m, 单位涌水量 0.587~3.502 L/s·m。水化学类型为 HCO₃-Ca·Mg 水和 SO₄·HCO₃-Ca·Mg 水, 矿化度 0.253~0.552 g/L。在正常情况下, 此段的裂隙、岩溶发育程度低, 富水性较弱, 但是在断裂带附近, 岩溶发育, 富水性增强。

3.2 O⁵ 含水段

揭露此段的有 17 个钻孔, 9 孔揭露完整。岩性为浅灰、棕灰、灰褐色白云岩, 白云质石灰岩, 石灰岩, 泥灰岩, 夹薄层泥岩。偶见生物碎屑。

岩溶发育强烈, 以洞穴为主, 在 3-2 号孔见溶洞 11 处, 总厚度 8.20 m, 充填方解石晶体。1-1 号孔见溶洞 10 处, 累厚 4.45 m, 充填细砂、粉砂, 松散

透水。单位涌水量 2.488~8.721 L/s·m, 水化学类型为 HCO₃·SO₄-Ca·Mg 水和 SO₄·HCO₃-Ca·Mg 水, 矿化度 0.444~0.736 g/L, 该段裂隙岩溶发育程度比 O⁶ 层段强烈, 含水条件好, 富水性强。

3.3 O⁴ 含水段

揭露此段的有 18 个钻孔, 12 个孔完整。岩性为灰色厚层石灰岩, 常具豹皮状构造, 下部含燧石结核, 夹白云岩, 偶含自生黄铁矿。此段岩溶裂隙发育, 局部呈蜂窝状, 充填方解石及泥质物, 局部地段岩溶发育强烈, 如 5-1 号孔溶洞累厚达 25 m 多。一般中上部岩心较破碎, 裂隙岩溶发育, 下部在 -400 m 水平以下相对减弱。19 个钻孔有 5 个孔发现漏水, 最大漏失量大于 15 m³/h。单位涌水量 0.995~2.632 L/s·m, 水化学类型为 HCO₃-Ca·Mg 水和 SO₄·HCO₃-Ca·Mg 水, 矿化度 0.230~1.053 g/L。该段裂隙岩溶发育程度、富水性较 O⁵ 层段弱。

3.4 O³ 含水段

揭露此段的有 17 个钻孔, 完整的只有 4 个孔。岩性为灰褐、浅灰色白云岩, 泥灰岩, 夹泥晶灰岩。该段裂隙较发育, 多见蜂窝状小溶孔, 且充填泥质及

方解石晶体,局部地段岩溶发育。如 5-1 号孔在该段的角砾状泥灰岩中见溶洞 1.60 m,据判层见溶洞累厚达 13.73 m。5-3 号孔见此段,据判层溶洞累厚达 16.40 m,此段在该孔穿过的逆断层之上盘。单位涌水量 1.323 L/s·m,水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 水,矿化度 0.428 g/L。该段局部岩溶裂隙发育程度与 O^6 层段相似,因其厚度薄,埋深大,其富水性比 O^4 层段要弱。

3.5 O^2 富水层段

揭露此段有 5 个钻孔,3 孔完整,岩性为灰色厚层石灰岩,常具豹皮状构造,夹黄褐色白云质石灰岩,灰质白云岩,泥灰岩。该段具裂隙,有溶蚀现象,局部岩溶发育。5-3 号孔见溶洞累厚 3.11 m,裂隙岩溶充填方解石。该段抽水试验 3 孔 3 层次,混合抽水 2 层次,单位涌水量 1.454 L/s·m,水化学类型为 $\text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 水,矿化度 0.311 g/L。

3.6 O^1 含水段

揭露此段的有 3 个钻孔,两孔完整。岩性为灰褐、浅灰色白云岩,泥灰岩及棕灰色泥晶石灰岩。该段局部见蜂窝状溶孔。据流量测井资料单层流量为 6.63 m³/h。

3.7 O^0 含水段

该段 2 孔揭露。岩性为灰色白云岩,砾屑石灰岩,泥质石灰岩。该段局部具溶蚀现象,上部流量测井曲线平稳,含水微弱。

4 水化学特征

区内水化学类型包括 $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 水、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 水和 $\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 水,受径流条件的影响水平分带规律明显。在 9-1 孔—7-2 孔—J12 孔方向上,岩溶发育强烈,富水性强,为一强渗透带,单位涌水量 1.937~6.304 L/s·m,矿化度 0.23~0.33 g/L,在此带水化学类型为 $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 水。该带两侧矿化度逐渐升高,为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 水。在研究区东南部,奥陶系埋藏深度逐渐增大,矿化度升高至 0.382~1.053 g/L,水化学类型也变为 $\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 水。

在垂向上,水化学特征受含水层段和埋藏深度控制。同一钻孔下部层段矿化度高,(表 1)同一层段埋藏深度越大则矿化度越高,沿着径流方向矿化

度逐渐升高。(图 2)

表 1 同一钻孔不同层段水质变化

孔号	含水层段	底板标高/m	矿化度/g·L ⁻¹	水质类型
3-2	O^6	-249.34	0.552	$\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$
	O^5	-379.84	0.761	$\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$
	O^4	-585.32	1.053	$\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$
3-3	O^5	-240.33	0.491	$\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$
	O^4	-451.51	0.993	$\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$
2-1	O^5	-203.24	0.444	$\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$
	O^4	-462.82	0.848	$\text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$

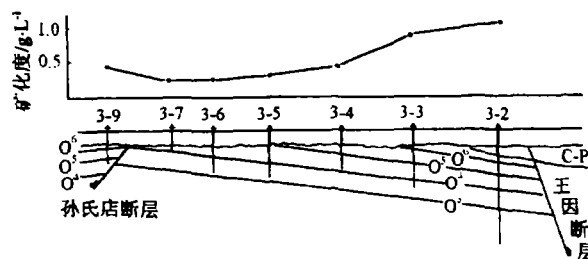


图 2 矿化度随埋藏深度变化曲线

5 结论

在岩性资料、测井资料、抽水资料、水化学资料综合分析基础上,本文将奥陶系碳酸盐岩划分为 7 个含水层段,其中, O^5 层段裂隙岩溶发育强烈,富水性强,次之是 O^4 层段。该两段应作为水源勘探的主要层段,但该两段随埋深的增加富水性减弱,矿化度升高。因此,选择水源勘探地段时,应在该两段的浅部。目前,兖州西部水源地、曲阜水源地、邹县西部水源地均以上述两段为主要供水层段。断裂带内,由于断层沟通了不同层段的水力联系,当其他各段岩溶裂隙发育、富水性增强时,也可作为水源勘探的方向,如峰山断裂带(宽 250~600 m)内岳 2 井和孙庄 22 井,单位涌水量 11.097~26.48 L/s·m,含水丰富。

参考文献

- [1] 曹以临,房佩贤. 北方奥陶系碳酸盐岩的岩溶含水类型及含水特征的层控规律[A]. 中国北方岩溶和岩溶水[M]. 北京:地质出版社,1982.
- [2] 林曾平. 河北省峰峰矿区中奥陶统岩溶发育规律[A]. 中国北方岩溶和岩溶水[M]. 北京:地质出版社,1982.
- [3] 冯启言. 滕沛煤田奥陶系岩溶发育的层控规律[J]. 煤田地质与勘探,1990,(1):40-44.
- [4] 王同福. 兖州煤田峰山断裂带奥灰赋水特征[J]. 矿业世界,1996,1:20-22.
- [5] 刘芳珍. 薛安矿区奥陶系岩溶发育规律及成因探讨[J]. 地下水,1998,20(2):70-73.

Hydrogeologic characteristics of Ordovician system in West Yanzhou, Shandong Province

LIU Xi-xin (The First Exploring Team of Shandong Coal Geological Bureau, Tengzhou 277500, China)

YU Ke-jun (Shandong Coal Geological Bureau, Taian 271000, China)

Abstract: In north China, the thickness of Ordovician system is larger, the water-abundance is better. Based on data of exploring authors discussed the hydrogeologic characteristics of Ordovician system in West Yanzhou. The Ordovician system carbonate can be divided into 7 water-bearing members which has been widely used in southwest of Shandong province.

Key words: Ordovician system; hydrogeologic characteristics; water-bearing member; West Yanzhou