

文章编号: 1000-0550(2006) 03-0387-07

鄂尔多斯白垩系自流水盆地水文地质特征 与岩相古地理

杨友运¹ 常文静¹ 侯光才² 王永和² 张蓬勃¹

(1 西安石油大学 西安 710065; 2 西安地质矿产研究所 西安 710054)

摘要 鄂尔多斯白垩系盆地是一特大型自流水盆地,发育洛河、环国华池和罗汉洞三个含水岩组。通过分析早白垩世的盆地古构造、古地理、沉积环境和岩石特征、划分含水岩组沉积相类型,探讨沉积相与含水岩组发育分布规律以及含水性之间的关系,认为岩相古地理是控制含水岩组分布特征、含水性以及水质变化的重要因素,受其影响,在盆地边缘,含水岩组由多期冲积扇、河流和三角洲平原分流河道相砂砾岩和砂岩组成,不同沉积期次的砂砾岩层叠置,形成巨厚含水层,泥岩隔水层不发育,地下水循环系统性好,矿化度低;在盆内,洛河和罗汉洞组风成相砂岩,产状稳定、组份和结构成熟度高、易溶组份少,顶底板及边界阻挡匹配合理,是最理想的含水岩组。环国华池组含水砂体,由三角洲水下分流河道以及滨湖滩坝相长石石英细砂岩组成,呈孤立透镜体状,含水性差,孔喉结构复杂,水溶蚀作用强,矿化度高;早白垩世形成的鄂尔多斯东西不对称湖盆结构既控制当时含水层的发育和分布,又是现今自流水盆地结构形成的基础。

关键词 鄂尔多斯 白垩系 自流水盆地 古地理 地下水

第一作者简介 杨友运 男 1961年出生 硕士 副教授 沉积学、石油地质及沉积盆地分析

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

鄂尔多斯盆地白垩系地下含水系统是目前世界上仅次于澳大利亚大自流盆地的又一特大型自流水盆地^[1],盆地含水岩组的岩性分布规律,水资源量、水化学以及循环运动状态与早白垩世时盆地沉积环境、成岩作用、岩相古地理以及含水岩组岩层的沉积特征密切相关。然而长期以来,由于白垩系地层没有发现重要能源和其它矿产资源,所以与地下水勘查有关的研究成果很少。加之早白垩世时,盆地外围区域构造和古地理背景复杂,盆地内地层分布范围广、层系厚度大,沉积相类型多,岩性组份、岩相组合及层序变化复杂,致使人们至今对盆地的形态、水文地质结构特征、含水岩组的发育特征、地下水矿化度成因及分布规律认识不清,这不仅影响了对盆地内含水层沉积范围和特征的系统了解,更重要的是制约了对白垩系地下水资源的正确评价和认识。基于此,本文试图通过盆地沉积环境、岩性、沉积相古地理变化和砂体展布等特征进行系统分析,研究含水层、隔层以及顶底板的分布与组合规律,探讨岩相古地理演化与地下水质之间的关系,进而为查明白垩系地下水赋存运动状

态,正确评价水资源奠定坚实的地质理论基础。

1 地层发育特征及主要含水岩组沉积相

1.1 地层格架及含水岩组划分

鄂尔多斯自流水盆地地层由白垩系下统组成,分布范围西起桌子山—贺兰山—六盘山,东以清水河—榆林—延安—宜君为界,北抵杭锦旗—东胜一线,南到渭北的陇县—千阳—彬县—铜川^[2],面积约 $13 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。根据研究区岩石地层划分方案^[4,5],并依据区域性沉积间断面、沉积相突变面以及韵律旋回等标志,自下而上可分为洛河组、环国华池组、罗汉洞组和泾川组六个岩石地层单位(图 1),其中洛河组、环国华池组、罗汉洞组是鄂尔多斯白垩系自流水盆地系统中的三个主要含水岩组。在层序剖面上它们形成两个沉积旋回:下旋回由洛河组下段“宜君砾岩”—洛河上段风成砂岩—环国华池组湖相及三角洲砂泥岩组成;上旋回由罗汉洞组砂岩—泾川组湖相杂色砂泥岩以及泥灰岩组成。区域上受沉积环境影响,下旋回

国家“973”计划项目“多种能源矿产共存成藏(矿)机理与富集分布规律”(编号 2003CB 214607)和国土资源部“十五”重大项目“鄂尔多斯盆地地下水勘查”(专题号 1212010331302ZT1-1)共同资助。
收稿日期: 2005-10-24 收修改稿日期: 2006-02-20

岩性	含水岩组	岩层段	厚度 (m)	岩相古地理特征			沉积旋回
				岩石类型	主要沉积环境	气候	
	泾川组		0—220	粉砂岩与泥岩	残留湖	潮湿	2
		上段	0—180	中细砂岩	风成沙漠	干旱	
	下段	0—35	含砾细砂岩	河流相	半干旱		
	环国华池	上段	200—500	粉细砂岩与泥岩	湖泊及三角洲相	潮湿	1
		下段	160—460	粉细砂岩与泥岩	湖泊及三角洲相		
	洛河组	上段	110—430	中细砂岩	风成沙漠	干旱	
		下段	0—46	砾岩以及含砾砂岩	冲积扇相	半干旱	

图 1 鄂尔多斯下白垩统层序地层格架及沉积环境演化

Fig 1 Lower Cretaceous sedimentary environment evolution and sequence stratigraphic framework Ordos basin

厚度明显大于上旋回, 并且各旋回内部岩层组之间厚度差异也很大, 一般从 100~ 1 300 m, 仅洛河和环河组厚度就相差 300~ 500 m 左右^[6]。分布范围洛河组最广, 覆盖盆地 3/4 地区, 环国华池组次之, 罗汉洞组和泾川组局限于盆地西北部拗陷区。

1.2 主要含水岩组岩性特征及沉积岩相古地理

白垩系三个含水岩组沉积相类型以及相带组合特征差异较大, 主要岩石类型、岩性特征和厚度在垂向和横向的分布变化规律以及含水性也有较大区别 (见图 1)。

1.2.1 洛河组

洛河期, 是全盆地含水砂岩最发育的时期。沉积类型包括风成沙漠相^[7]、河流相、三角洲、湖泊相以及冲(洪)积相, 厚约 200~ 500 m, 主要岩石类型由紫红色石英砂岩、长石石英砂岩、灰质砂岩、含砾砂岩、砾岩和泥岩以及泥质粉砂岩组成。盆缘和盆内古高地附近以坡积、残积以及冲积扇河流相含砾砂岩、砾岩以及砂岩相为主, 成楔状体局部分布, 向盆内迅速变薄尖灭; 盆内大部分地区含水岩组的骨架砂体为风成中细粒石英砂岩、长石石英砂岩^[8], 单层厚度大, 杂基含量少; 北部和西南盆缘浅湖斜坡带发育带状三角洲砂岩; 盆地腹地主要由湖相粉砂岩和泥岩组成。

1.2.2 环国华池组

由湖泊相和三角洲相组成, 在盆缘抬升区主要发育三角洲平原分流河道相砂岩, 厚层连片分布, 一般连续厚 15~ 35 m, 最厚达 80~ 150 m; 进入湖盆为三

角洲水下分流河道和浅湖滩坝相砂岩夹粉砂质泥岩和泥岩, 砂层较薄, 一般 5~ 12 m, 多为透镜体状。根据剖面沉积韵律, 分为上下两个正旋回段, 上旋回段发育三角洲平原分流河道和前缘水下分流河道相砂体, 尤以盆地北部鄂托克前旗—杭锦旗和西部环县姬塬等地^[9]具代表性, 砂厚 20~ 50 m; 下旋回冲积扇和三角洲平原分流河道相中砂岩发育, 主要见于盆地西北部的盐池、环县、耿湾和演武等地, 骨架砂体呈带状顺流向向盆地内延伸, 累计砂厚 20~ 40 m。

1.2.3 罗汉洞组

罗汉洞组主要岩石类型包括长石石英砂岩、含岩屑石英砂岩和灰云质砂岩。在北部榆林到杭锦旗一带^[10], 由河流相砾岩、含砾砂岩、砂岩、粉砂岩和粉砂质泥岩组成, 岩石类型和成分结构复杂, 分选性差。在盆地西部的盐池、泾川、镇原和环县一线拗陷区, 以厚层风成长石石英砂岩、细砂岩和粉砂岩为主, 底部有少量河流相细砾砂岩。在姬塬、麻黄山、盐池青山一带, 既有风成砂岩, 也有河流相长石细砂岩。根据剖面可分为两个沉积阶段: 早期为河流相长石砂岩、岩屑长石砂岩和长石石英砂岩, 晚期是风成相紫红色巨厚层状长石石英砂岩。

2 含(隔)水层空间匹配与沉积相序演化及岩相古地理环境变迁

早白垩世沉积环境既有湖泊, 也有河流、冲积扇、三角洲以及风成沙漠, 在不同演化阶段和同期不同岩

相古地理单元中,沉积相序演化和古地理环境变迁既决定了含水层的空间展布和组合形式,同时也控制了不同含水砂岩层之间的封隔层以及边界遮挡层的发育状况与分布特征。

在水文地质剖面上,白垩系自流盆地中能够划分三个主要含水岩组和 6 个含(隔)水层组合(图 2),它们与盆地旋回式非均衡抬升下降运动以及伴随的湖进湖退有必然的内在联系。由于沉积环境和古地貌面貌变化,岩性组合分布特征及沉积相序也随之改变。初期,由于盆地底床凸凹不平,沉积物分布局限,含水层主要为沿盆地周缘以及在盆内古高地旁附近堆(沉)积了洛河组坡积、残积物和洪积相砂砾岩相沉积体,呈扇状、丘状以及透镜体状,厚度和岩性变化大,向盆内迅速相变减薄,或者尖灭,往往洪积物扇顶上覆的泥岩形成顶板隔层,底部为碳酸盐胶结的砂砾岩致密层为底板。

中期,逐渐夷平的盆地基底上广覆洛河组、环河华池组风成相、河流相以及湖泊和三角洲相沉积,含水砂体厚度大,组份结构复杂。其中洛河风成沉积是主要含水砂体,在盆地周缘沙漠相由旱谷式冲积扇砂砾岩、砾质辫状水道、风成席状砂和砾漠互层构成,盆内以带状沙丘为主,局部夹有丘间和小型沙漠湖泥质沉积,顶底板和隔层分别由洛河、环河华池组泥岩和粉砂质泥岩形成。

晚期,三角洲平原分流河道主要分布在盆地北部以及北东缘,三角洲前缘和前三三角洲相粉砂岩分布在

盆地腹地。环河华池组的含水砂体主要由河流相、三角洲平原分流河道及前缘水下分流河道砂岩组成,隔水层以及侧向遮挡为湖侵期以及分流间湾形成的泥质沉积。含水砂体和隔层泥岩的发育厚度、形态和伸展范围、相互空间叠置关系以及侧向迁移变化规律取决于三角洲的进(退)积以及湖进(退)演化中的韵律层沉积速度、运动幅度和持续时间。总体上,环河华池期,由于湖盆外侵,沉积边界扩大,泥岩隔层发育,含水砂体较洛河期差。

上述沉积层序与沉积相演化中形成的洛河期沙漠—环河华池期湖泊—罗汉洞期沙漠—泾川期湖泊相沉积序列,明显控制了含(隔)水层在空间上的有序分布。平面上,由风成相、三角洲分流河道相组成的洛河、环河华池和罗汉洞组含水砂体由盆地边缘向湖盆地腹地,砂岩层度逐渐减薄,泥岩隔层越来越发育,含水砂体侧向挡层主要由三角洲水下分流河道间的泥岩组成,致密胶结砂岩也可以形成局部侧封。湖侵期泥岩的韵律变化、沉积相变造成的泥岩侧向遮挡层以及成岩胶结致密带是水系隔层、含水层顶底板和封存边界的主要类型。

3 岩相古地理对盆地水文地质结构的影响

鄂尔多斯盆地白垩系自流水盆地是一个巨型地下水系统,盆地水文地质结构形态、含水岩组分布、岩性特征、含水层形态和规模与沉积相及岩相古地理特

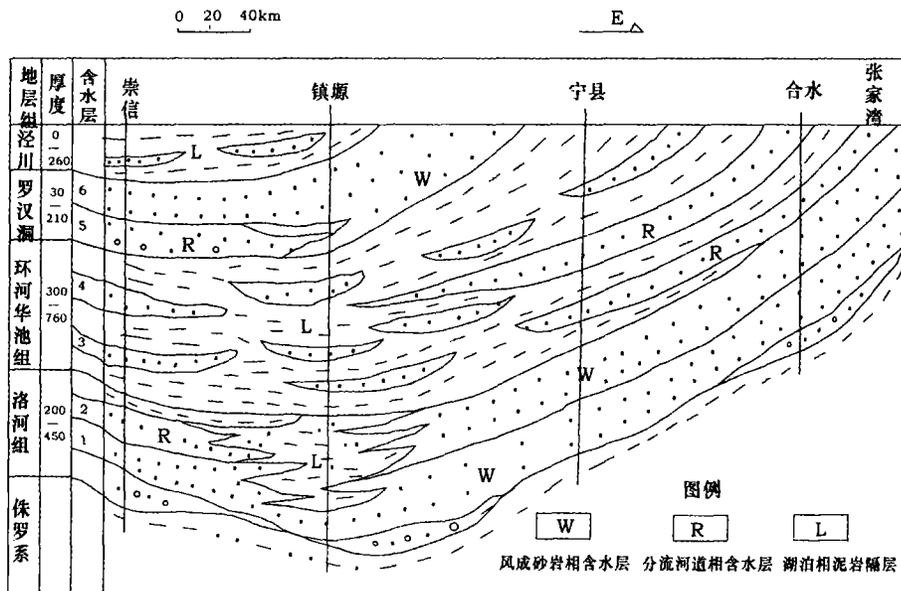


图 2 盆地中部东西向水文地质剖面图中含(隔)水层空间组合

Fig 2 Spatial combination of water-bearing (resisting) layer of east-west hydrogeological section in the middle of Ordos basin

征有关。

3 1 自流水盆地结构与早白垩世盆地古构造及古地形

在现今的盆地东西剖面上,洛河组底面海拔,由东部露头区 + 1200 m 演化到盆地西部沉积中心区的 - 20 m,相差约 1200 m 左右,并且不同的岩组中,厚度差异也很大,东翼以洛河组残留地层为主,厚度小,而在西翼及腹地,层序全,厚度大,于是推断在侏罗纪末期—早白垩世期间,鄂尔多斯盆地在燕山运动作用下曾发生过一次拗陷,主体拗陷区的长轴方向为南北向,由于大型盆地边界经历了不同的构造应力,构造升降作用不均衡,导致盆地整体西倾,东西两翼斜坡东缓西陡,地层厚度东厚西薄,并且沉降中心明显西移。白垩系自流水盆地轮廓和构造形态继承和再显了早期晚三叠世东高西低的非均衡不对称特征(图 3),白垩系地下水由西补给、向东排泄的自流系统也是以早期盆地东西不对称结构形态为基础条件而产生。所以,决定地下水流动方式的盆地水文地质结构与古构造运动以及古地理形态有重要的内在联系。

3 2 盆地古构造形态变化与含水岩组岩性发育和分布规律

白垩系地层沉积时,东西不对称的盆地结构以及盆地内起伏不同的古地理地形变化直接影响自流水盆地含水岩组岩的沉积特征、沉积相类型以及发育和展布规律。在盆地东翼,由于坡降小,地形开阔,洛河组、环河华池组以及罗汉洞组的岩层产状和厚度稳定,砂体发育,颗粒结构均匀;而在盆地西翼,坡降大,地形陡,从洛河组到泾川组,地层厚度变化大,一般 100~ 800 m,岩性组分复杂,颗粒粗,分选差。几个大的沉降凹陷区沿宁蒙交界处的天池—甘肃环县—庆阳—镇原及泾川—一线南北向串珠式分布,凹陷区厚度 ≥ 1000 m,层序韵律性强,以洛河组为例,在盆地北部鄂前旗以凹陷区边缘以砂岩沉积为主夹砂砾岩,颗粒粗,分选差,胶结致密,而在鄂前旗和耿湾凹陷区,泥

岩明显增加,砂泥岩均较发育,地层厚度大,韵律变化快;在环县和泾川凹陷区,已完全进入湖盆腹地,以泥岩沉积为主,砂厚明显减薄,甚至成夹层。同样环河华池组也受古构造形态影响,岩层以及岩性也存在差异,岩层西厚东薄,颗粒总体北粗南细、外粗内细,西粗东细,碳酸盐胶结物含量以及颗粒变化导致物性北好南差。

3 3 古气候特征与洛河组含水层分布

洛河与罗汉洞组的风成砂岩无论水质还是含水砂岩的分布规模及含水性均是区内最好的,从沉积成因机理分析,风成砂体内部结构与地下水流状态及方向,并受古气候特征影响,据江新胜等研究^[11],早白垩世时鄂尔多斯盆地气候曾经历了干旱—潮湿—干旱—潮湿两次交替变化过程。在洛河晚期和罗汉洞晚期,由于盆地处于北半球中低纬度带(31.2°N),横跨副热高压带,风向变化趋势与地表风带理想模式吻合,属于典型干旱气候带^[11],副热高压带忽南、忽北,致使副热高压带南北两侧的东北信风带和西风带忽进忽退,造成了西风和东北信风交替,导致区内砂体走向主要以北西南东向为主,风成大型斜层理非常发育。由于不同期次的砂体形态互相叠置,区域上形成分布最广的含水层,砂体层理构造和形态也与风向匹配以及盆地结构形态变化规律一致,所以有利于形成大范围蕴藏东西向水流的含水层。另外,在洛河期沙漠—环河华池期湖泊—罗汉洞期沙漠—泾川期湖泊相沉积环境演化中,环河华池和泾川期的湖泊沉积有利于形成含水砂体隔水层和顶板。

4 地下水特性与沉积相的关系

4 1 地下水循环及导水性能与岩相古地理及含水砂体沉积相

综观全区,风成砂岩、冲积扇、三角洲分流河道和下水河道相砂岩是含水层骨架砂体。这些骨架砂体及砂带在平面上沿盆地边缘向盆地内逐渐延伸,顺流

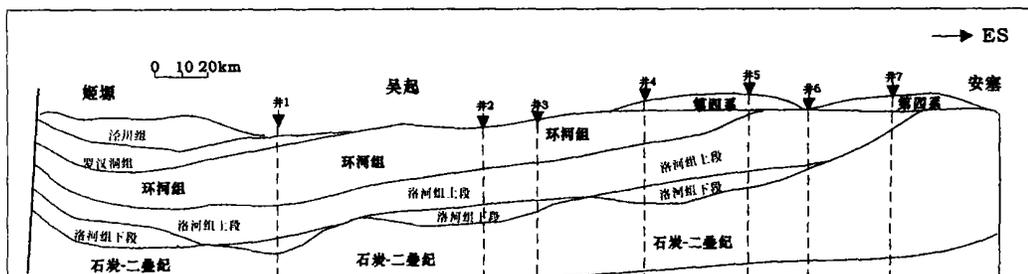


图 3 鄂尔多斯自流水盆地中部东西向剖面结构形态

Fig 3 Structure pattern of the east-west section in the middle of Ordos artesian basin

向以南北分布为主,砂体厚度连续性好,规模大,由分流河道主河道和河口砂坝相、风成砂岩和三角洲平原辫状河道砂体组成。在位于不同岩相古地理单元的含水层中,水循环条件有明显差异,以洛河组为例(图 4),一般在盆地北部边缘近源区,由于以冲积河流相砂砾岩为主,连续成片状或者带状展布,岩石孔隙发育,加之不同期次沉积的砂体叠置,含水层连续分布厚度大,层间泥岩隔层少^[21],上下水层易于沟通,导水(含水)性好,利于地下水体循环;而在盆地内部以及腹地,含水砂体为三角洲前缘水下分流河道与前三三角洲远砂坝组成,含水砂体之间相互为孤立状,泥岩隔层发育,含水层内水体循环差,为封闭还原环境;在盆地西缘抬升区,因古地形坡降大,主要形成辫状河三角洲沉积,沉积物搬运和沉降速度快,不仅颗粒分选磨圆差,组份结构复杂,而且含水层厚度不稳定,内部水岩反应强烈,水质变化复杂;在盆地东翼斜坡上,地形开阔平缓,无论风成或者曲流河三角洲相砂岩中,颗粒均匀,分选好,组份结构成熟度高,孔隙度渗透率高,所以地下水易流动,含水性和水质好。

白垩系地层水矿化度差异较大,统计资料显示(表 1),洛河组以及罗汉洞组风成相砂岩,由厚层石英砂岩和长石石英砂岩组成,砂体结构组份成熟度高,孔隙度 20% ~ 35%,渗透率 $50 \times 10^{-3} \sim 200 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,孔隙连通性好,不仅有利于地下水的补给、径流和排泄,而且含水层胶结物和杂基含量低,可溶组份少(一般 $\leq 5\%$),地层水矿化度小,约 222~ 560 mg/l 从而形成了白垩系自流水盆地的主要优质水含水层。罗汉洞组因沉积环境与洛河组相似,所以矿化度值相近,约为 236~ 1 100 mg/l 环河华池组和泾川组河流以及三角洲相砂体,由长石石英砂岩、岩屑长石砂岩组成,不稳定易溶组份含量高,多为带状和透镜体状,除盆地边缘的三角洲平原分流河道含水砂体因抬升地表水质条件较好外,盆内大部分地区沉积的三角洲前缘水下分流河道砂体多为小规模孤立砂体,含水砂体互不沟通,地层水长期处于分隔封闭还原体系中^[13 14],胶结与溶蚀作用强,可溶组份达 5% ~ 15%,特别是酸溶作用强,孔隙结构复杂,含水性弱,矿化度明显偏高,一般 $\geq 1 000 \text{ mg/l}$ 最高在镇原一带达 3 756 mg/l 进一步研究发现,同一含水岩组不同沉积相带中也存在明显差异,以洛河组为例,在盆地北部的三角洲平原分流河道相含水砂体中,水矿化度为 222~ 850 mg/l 盆地东部风成砂中水矿化度为 222~ 560 mg/l 湖盆中西部三角洲水下分流河道相砂体中,水矿化度为 1 100~ 2 980 mg/l。可见在不同岩相古地理单元中,因沉积相和成岩特征变化、含水层孔隙性、含水性、导水能力存在差异,进而会引起地层水矿化度改变。

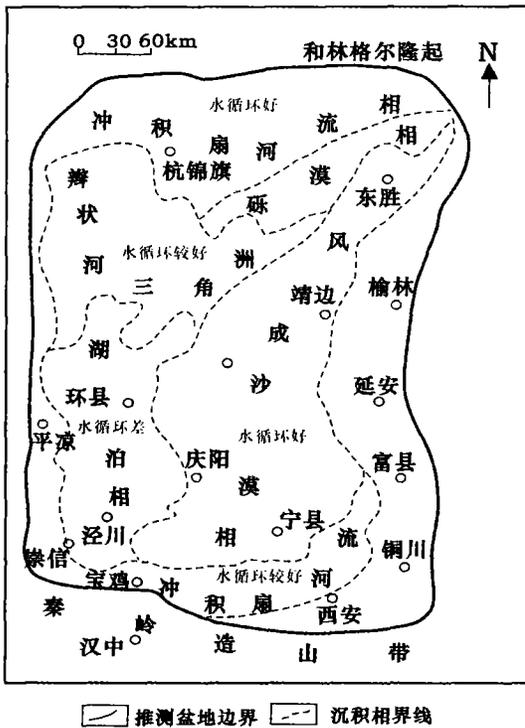


图 4 洛河组不同沉积相砂岩中水循环性能
Fig 4 Water-cycling capability of different sedimentary facies sandstones of Luohe formation

4.2 地层水矿化度与沉积成岩相

在不同含水岩组之间因沉积相和岩性特征不同,

表 1 白垩系不同沉积相中地层水矿化度变化值统计表
Table 1 Varing value statistics of mineralization degree of formation water in different Cretaceous sedimentary facies

不同含水岩组	矿化度值 / (mg/l)	洛河组不同沉积相类型	矿化度值 / (mg/l)	主要分布区
河流及三角洲	600~ 1 100	风成砂	222~ 560	盆地东部 B10井
环河华池组	$\geq 1 000$ (镇原 10井 3756)	三角洲平原分流河道	1 870	盆地北部 B7井
罗汉洞组	236~ 1 100	前缘远砂坝	2 600	湖盆中西部 B13井

注: 本表数据系资助项目分析结果

5 结论

鄂尔多斯白垩系自流水盆地的水文地质结构是在早白垩世盆地结构与形态基础上形成的;早白垩世东西非均衡沉降作用形成的不对称盆地结构和古地

理形态导致洛河组含水层分布最广, 环河华池组次之, 罗汉洞组比较局限; 从洛河—环河华池—罗汉洞—泾川期, 盆地气候曾经历了干旱—潮湿—干旱—潮湿交替变化, 剖面上形成的风成相、三角洲相含水砂岩和湖相泥岩韵律沉积层序结构控制了含水层、隔水层以及顶底板泥岩的空间匹配关系; 受沉积环境和岩相古地理影响, 覆盖盆地大部分地区的洛河组风成相砂岩, 组份结构成熟度高、孔渗性能好、杂基等可溶组份含量低, 酸溶解作用弱, 顶底板及边界隔挡岩性空间匹配合理, 是最理想的含水层; 盆地周缘发育的冲积扇、河流相以及三角洲平原分流河道相含水含砾砂岩和砂岩, 导水性好, 矿化度较低, 水质较好; 三角洲前缘水下分流河道、浅湖滩坝以及远砂坝相含水砂岩, 多呈孤立砂体, 处于还原封闭环境体系, 水循环运动性和水质均较差, 矿化度高。

参考文献 (References)

- 孙永明, 乔光东. 鄂尔多斯白垩系自流盆地地下水系统初步分析. 见: 候光才, 张茂生主编. 鄂尔多斯盆地地下水资源与可持续利用. 西安: 陕西科技出版社, 2004. 52~71 [Sun Yongming, Qiao Guangdong. The initial analysis of underground water system during cretaceous in artesian basin of Ordos. In: Hou Guangcai, Zhang Maosheng, eds. Groundwater Resources and Continuable Use in Ordos Basin. Xi'an: Shaanxi Science and Technology Press, 2004. 52~71]
- 杨友运. 鄂尔多斯盆地白垩统沉积特征与展布规律研究. 见: 候光才, 张茂生主编. 鄂尔多斯盆地地下水资源与可持续利用. 西安: 陕西科技出版社, 2004. 139~145 [Yang Youyun. Characteristics and distribution pattern of the lower Cretaceous in Ordos basin. In: Hou Guangcai, Zhang Maosheng, eds. Groundwater Resources and Continuable Use in Ordos Basin. Xi'an: Shaanxi Science and Technology Press, 2004. 139~145]
- 何自新, 等. 鄂尔多斯盆地演化与油气. 北京: 石油工业出版社, 2003. 109~133 [He Zixin, et al. Evolution and Oil or Gas of Ordos Basin. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003. 109~133]
- 陕西省地质矿产局. 陕西省岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 1998. 253~260 [Bureau of Geology & Mineral in Shaanxi Province. Rock Stratum of Shaanxi Province. Wuhan: China Geology University Press, 1998. 253~260]
- 郝诒纯, 等. 中国的白垩系. 北京: 地质出版社, 1986 [Hao Yichun, et al. Cretaceous of China. Beijing: Geological Publishing House, 1986]
- 长庆油田石油地质志编写组编. 长庆石油 (中国石油地质志卷十二). 北京: 石油工业出版社, 1992 [Petroleum Geology Records of Changqing Oil Field Writing Group Edit. Changqing Oil Field (Chinese Petroleum Geology Records Vol 12). Beijing: Petroleum Industry Press, 1992]
- 程守田, 李思田, 黄焱球, 等. 风成沉积体系—鄂尔多斯盆地白垩统风成沉积与内陆古沙漠环境. 见: 含能盆地沉积体系. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996 [Cheng Shoutian, Li Sitian, Huang Yanqiu, et al. Aeolic sedimentary system—aeolic sedimentary and inland ancient desert environment during lower Cretaceous in Ordos basin. In: Sedimentary System in Basin of Containing Resources. Wuhan: China Geology University Press, 1996. 138~147]
- 谢渊, 王剑, 江新胜, 等. 鄂尔多斯盆地白垩系沙漠相沉积特征及其水文地质意义. 沉积学报, 2005, 23(1): 73~83 [Xie Yuan, Wang Jian, Jiang Xinsheng, et al. Sedimentary characteristics of the Cretaceous desert facies in Ordos basin and their hydrogeological significance. Acta Sedimentologica Sinica, 2005, 23(1): 73~83]
- 内蒙古自治区地质矿产局编. 内蒙区域地质志. 北京: 地质出版社, 1991 [Bureau of Geology & Mineral in Neimenggu Region Edit. Areal Geology Records in Inner Mongolia. Beijing: Geological Publishing House, 1991 (in Chinese)]
- 宁夏回族自治区地质矿产局编. 宁夏自治区区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1990 [Bureau of Geology & Mineral in Ningxia Hui Autonomous Region Edit. Areal Geology Records in Ningxia Autonomous Region. Beijing: Geological Publishing House, 1990]
- 江新胜, 潘忠习, 付清平, 等. 鄂尔多斯盆地早白垩世沙漠古风向变化规律及其气候意义. 中国科学 (D 辑), 2000, 30(2): 154~163 [Jiang Xinsheng, Pan Zhongxi, Fu Qingping, et al. The variational rule of direction about ancient wind and its significance about climate in early Cretaceous desert in Ordos basin. Science in China (Series D), 2000, 30(2): 154~163]
- 张昌民, 张尚锋, 李少华, 等. 中国河流沉积学研究 20 年. 沉积学报, 2004, 22(2): 183~188 [Zhang Changmin, Zhang Shangfeng, Li Shaohua, et al. Advances in China fluvial sedimentology from 1983 to 2003. Acta Sedimentologica Sinica, 2004, 22(2): 183~188]
- Herczeg A L, Torgersen T, Chivas A R, and Habermehl M A. Geochemistry of groundwaters from the great artesian basin. Australian Journal of Hydrology, 1991, 126: 225~245
- Habermehl M A. Groundwater movement and hydrochemistry of the great artesian basin Australia. Australia Geological Society of Australia. Extended Abstract No. 43. p228~236

Hydrogeological Characteristics and Lithofacies Palaeogeography of Cretaceous Artesian Basin, Ordos

YANG You-yun¹ CHANG Wen-jing¹ HOU Guang-cai² WANG Yong-he² ZHANG Peng-bo¹

(1. Xi'an Petroleum University, Xi'an 710065; 2. Shanxi Institute of Geology & Mineral, Xi'an 710054)

Abstract Ordos basin is only the largest artesian basin in China during Cretaceous. Characteristics of early Cretaceous lithofacies palaeogeographic are significant factors that influence distributing features, aquosity and quality change of three water-bearing Formations, Luohe, Huanhe-Huachi and Luohandong Formation. Through analyzing palaeotectonic, palaeogeographic, sedimentary environment and litho-feature, sedimentary facies types of mainly water-bearing formation are divided in this article, and relationships between sedimentary facies with aquosity and distributing rule of water-bearing formation have been discussed further. It is considered that water-bearing formations in the margin of basin, composed of alluvial fans, river facies and distributary channel of delta plain, have characteristics of different episode of sedimentary granule superposition, thicker water-bearing layers, less water-resisting layers of mudstones, optimum circle system of groundwater and low mineralization degree, and there are two types in the inside of basin, wind-bearing facies sandstones of Luohe Formation and Luohandong Formation are the best of water-bearing formation with characteristics of stable occurrence, high maturation in component and structure, low soluble component and reasonably spatial matching relation of roof and floor lithology and boundary isolated barrier lithology. On the other hand, water-bearing sand bodies of Huanhe-Huachi Formation, composed of feldspar-quartz fine-sand of bar and lake front, occurs isolated lens and has characteristics of poor aquosity, complex pore-throat texture, strong corrosion and high mineralization degree. A symmetrical lake-basin structure of Ordos basin in EW way, formed in early Cretaceous, not only control development and distribution of main water-bearing bed, but also is the basis of structure forming of artesian basin nowadays.

Key words Ordos artesian basin, Cretaceous, palaeogeographic, groundwater