

DOI:10.16030/j.cnki.issn.1000-3665.2015.01.08

新疆三塘湖盆地地下水赋存控制因素分析

白 铭,李续续,张 静,居马·吐尔逊
(新疆地矿局第二水文工程地质大队,新疆 昌吉 831100)

摘要:新疆三塘湖盆地水文地质条件较为复杂,水文地质研究程度低。通过对控制地下水赋存及其富水性的机制进行分析,确定了控制盆地地下水的赋存及其富水性的主要因素有补给源、控水构造、地层厚度和地形地貌。盆地内地下水富集区均与控水构造活动密切相关,在盆地内非储水构造分布地段,地下水富水性较弱或无地下水赋存。

关键词:三塘湖盆地;控水构造;地层厚度;补给源;地形地貌

中图分类号: P641.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-3665(2015)01-0047-06

An analysis of the control factors of groundwater storage in the Santanghu Basin of Xinjiang

BAI Ming, LI Xuxu, ZHANG Jing, JUMA Tuersun
(No. 2 Hydrological and Engineering Geology Party of Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration and Development, Changji, Xinjiang 831100, China)

Abstract: Hydrogeological conditions of the Santanghu basin of Xinjiang are complex and are seldom examined in the past. The mechanism of controlling groundwater occurrence and storage are analyzed in this paper. Results indicate that the recharge source, water controlling structure, formation thickness and landform are the main factors affecting groundwater occurrence and storage. Groundwater enrichment area is related to the active controlling water structures. Groundwater is poor or absent in the no-water-storing areas.

Keywords: Santanghu basin of Xinjiang; water controlling structure; formation thickness; recharge source; landform

三塘湖盆地位于新疆东北部,盆地总面积 20 071 km²,山区面积 9 896 km²,平原区面积 10 175 km²。盆地地下水赋存分布不具有内陆干旱盆地普遍的水文地质规律,因此,研究盆地地下水赋存分布的控制因素非常重要。近年来在盆地的库木苏、汉水泉、条湖等地发现了储量丰富的煤炭资源,为确保煤炭资源开发,开展了巴里坤—伊吾盆地地下水勘查。本次研究依据地下水动力学理论、构造控水理论和内陆干旱盆地地下水补径排理论,采用的主要试验和研究方法是水文地质测绘、遥感解译、钻探、物探、抽水试验等,以期对盆地地下水赋存

的控制因素进行定性的判断和论述,为进一步掌握盆地水文地质条件提供有益的帮助,为今后煤炭基地开发水源地的建设提供借鉴和参考。

1 区域背景条件

1.1 地形地貌

三塘湖盆地总地势南北高中间低,地形坡度 8.39‰~47.79‰,海拔 468~1800 m,汉水泉为盆地最低洼处。盆地地貌类型可分为构造侵蚀中山、构造剥蚀低山丘陵、洪积砾质平原、洪积细土平原和风积沙丘五种类型(图 1)。

收稿日期: 2014-01-10; 修订日期: 2014-04-18

基金项目: 新疆自治区“358”项目(2010005)

第一作者: 白铭(1967-),男,高级工程师,主要从事水工环地质勘查和研究工作。E-mail:137083634@qq.com

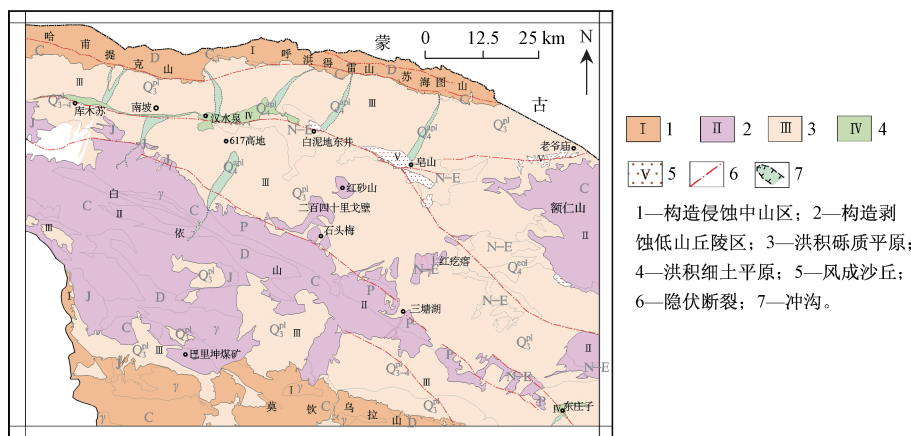


图 1 三塘湖盆地地质地貌略图

Fig. 1 Sketch map of geology and geomorphology of the Santanghu basin

1.2 气象水文

盆地属大陆性中温带干旱气候,多年平均气温 8.3℃,多年平均降水量 41.6 mm,多年平均蒸发量 2 273.7 mm,大风天气频繁。

盆地南部莫钦乌拉山分布有四条河流,多年平均径流量 $169 \times 10^4 \sim 394 \times 10^4 \text{ m}^3$,河流出口 1~2 km 即全部渗失殆尽。盆地内其它山区无常年性地表径流。

1.3 地质特征

三塘湖盆地是在华力西褶皱基底上经燕山运动和喜马拉雅运动形成的中生代拗陷^[1],盆地内绝大部分地段为第四系覆盖,其基底为石炭系的安山玢岩、斑岩和凝灰砂岩。盆地中生界缺失三叠系和白垩系,侏罗系直接超覆于石炭系基底之上,侏罗系厚度 150~700 m。新近系在盆地内分布较广,古近系主要出露在盆地东南部,多呈水平或微倾斜产出,粗细相间,新近

系总厚度约 314 m,古近系总厚度约 204 m;盆地内第四系由山前向盆地中心,厚度由大于 200 m 渐变为小于 10 m,岩性为松散的堆积物,成因以洪积、风积为主。

1.4 地质构造特征

三塘湖盆地褶皱、断裂等构造活动发育,褶皱呈北西—南东方向延展,形成了盆地内山地和洼地横亘分布的格局。断裂走向以北西—南东和近东西方向为主,断裂性质多属压扭性,均为隐伏断裂,地表有明显的地貌和植被差异^[2](图 1)。

1.5 地下水类型

三塘湖盆地在三塘湖以南、莫钦乌拉山以北形成单一结构松散岩类孔隙潜水。在库木苏—汉水泉一带,赋存有多层结构第四系孔隙潜水—新近系碎屑岩类孔隙裂隙承压水。在三塘湖以北和白依山以北地区,上部第四系为透水层,分布有古近系—新近系碎屑岩类孔隙裂隙承压水^[3](图 2)。

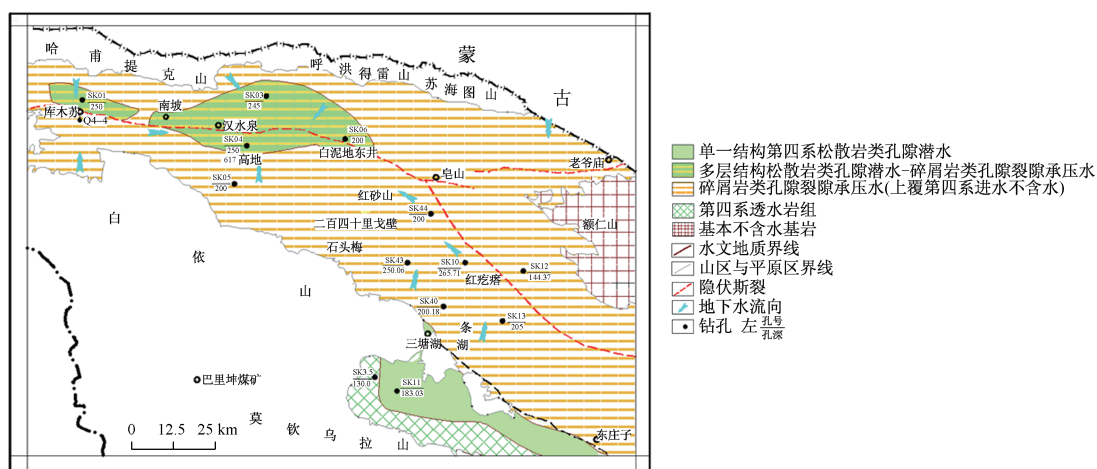


图 2 三塘湖盆地水文地质略图

Fig. 2 Sketch map of hydrogeology of the Santanghu basin

2 控制地下水赋存的主要因素

三塘湖盆地为极端干旱的内陆盆地,地下水补给源相对贫乏,地下水分布和富水性不均匀,地下水赋存受多种因素控制,这些因素决定了地下水的空间分布和富水性强弱。

2.1 构造对地下水的控制作用

2.1.1 褶皱控水

(1) 石头梅向斜

石头梅向斜位于红砂山至石头梅之间的二百四十里戈壁一带。轴部及大部分翼部被古近系、新近系和第四系所覆盖,向斜轴向 $300^{\circ} \sim 120^{\circ}$,两翼倾角 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$,推测该向斜为一箱状向斜,轴部产状平缓(图 3)。

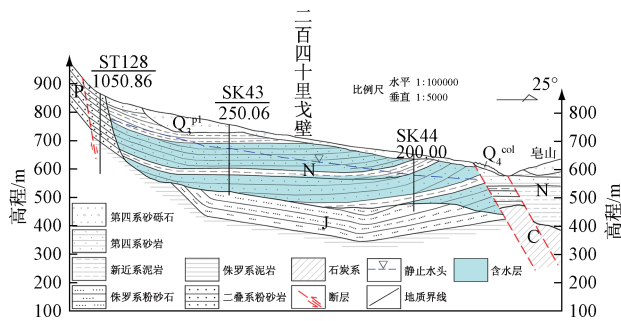


图 3 石头梅向斜水文地质剖面示意图
Fig. 3 Sketch map of hydrogeological profile of the Shitoumei syncline

该向斜地下水源自南部莫钦乌拉山的侧向径流补给,表层第四系厚度较薄,为透水层;下部古近系、新近系碎屑岩孔隙裂隙发育,赋存有碎屑岩类孔隙裂隙承压水^[4-5]。根据钻孔资料,位于轴部的 SK43 孔(单位涌水量 $222.43 \text{ m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$ 、渗透系数 2.39 m/d)、SK10 孔(单位涌水量 $183.08 \text{ m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$ 、渗透系数 4.3 m/d)富水性远远大于向斜两翼的 SK44(单位涌水量 $42.73 \text{ m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$ 、渗透系数 1.57 m/d)、SK40 孔(单位涌水量 $34.07 \text{ m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$ 、渗透系数 1.36 m/d)。证明该向斜为一储水的褶皱构造。

(2) 汉水泉南向斜

汉水泉南向斜位于汉水泉东南 10 km 处,向斜南侧为 617 高地背斜,受背斜和断裂的影响,南北两侧地层抬升,中部地层平缓,形成向斜构造。区域上第四系为透水层,下部新近系碎屑岩孔隙裂隙承压水富水性极弱。向斜构成一个好的储水构造,汇集了来自于南部的补给源,在此地段内形成了一处相对富水地段。根据 SK04 孔抽水试验资料,第四系单位涌水量

$105.34 \text{ m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$ 、渗透系数 4.67 m/d ,新近系单位涌水量 $91.54 \text{ m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$ 、渗透系数 1.97 m/d ,富水性中等,而区域上其它勘探孔则为干孔,证明该处为一储水的褶皱构造(图 4)。

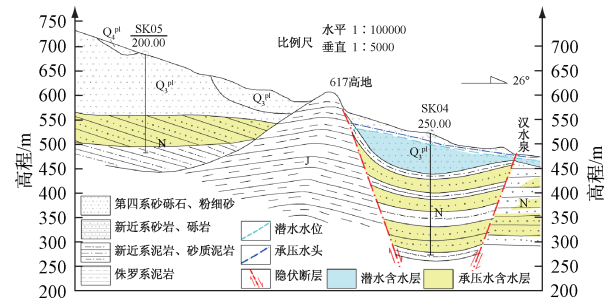


图 4 汉水泉南向斜水文地质剖面示意图
Fig. 4 Sketch map of hydrogeological profile of the South Hanshuiquan syncline

2.1.2 断裂构造控水

(1) 三塘湖盆地中央隐伏断裂

位于三塘湖盆地东北部,该隐伏断裂走向 $300^{\circ} \sim 120^{\circ}$,倾向东北,北盘上升,为一压性断裂。地下水补给源于南部莫钦乌拉山的侧向径流补给,补给途径和形式单一。勘探显示表层松散堆积物厚度较薄,为透水层。新近系、古近系碎屑岩赋存碎屑岩类孔隙裂隙承压水,抽水试验数据表明断裂北侧勘探孔富水性小于断裂南侧富水性,证明该断裂错断了南北两侧地层,将北部地层抬升,对源于南部的地下水补给具有一定的阻挡作用^[4-5](表 1)。

表 1 三塘湖盆地中央隐伏断裂两侧富水性特征一览表
Table 1 Groundwater abundance of both sides of central concealed faults in Santanghu basin

中央隐伏断裂	勘探孔	单位涌水量 $/(\text{m}^3 \cdot (\text{d}\cdot\text{m})^{-1})$	换算涌水量 $/(\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1})$	渗透系数 $/(\text{m}\cdot\text{d}^{-1})$
断裂南侧	SK10	183.08	1 073.19	4.3
	SK13	34.53	215.25	0.84
断裂北侧	SK12	6.36	38.29	0.147

(2) 汉水泉 - 老爷庙断裂

汉水泉 - 老爷庙断裂为倾向南的高角度逆断层,南盘石炭系被抬升,石炭系与断裂北盘的第四系和新近系直接接触(图 5)。南盘勘探孔第四系和新近系富水性极差,北盘第四系地下水富水性较好。主要原因是南盘石炭系的抬升阻挡了来自北部的地下水补给,形成了储水洼地,加之具有良好的储水介质和补给源,汉水泉 - 老爷庙断裂北部地下水富集。

(3) 下柳树泉断裂

在东庄子南侧,受下柳树泉断裂影响,沿断裂石炭

系隆起出露地表,呈丘陵状断续分布。在该隆起的南侧,孔隙潜水受到隆起的阻挡,潜水水位雍高,含水层

厚度增大,在隆起南侧的局部范围内富水性中等,在隆起北侧第四系为透水层。

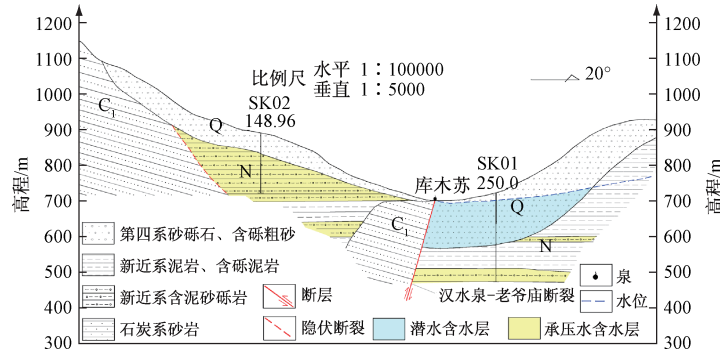


图 5 库木苏水文地质剖面图

Fig.5 5 Hydrogeologic profile in Kumusu

2.1.3 基底拗陷控水

在汉水泉东北 15 km 地段,新近系形成了一个近似锅底形态的基底拗陷,拗陷底部东西长约 30 km,南北宽约 20 km,基底标高 300 m,地面标高 468 ~ 500 m。新近系基底拗陷中心新近系最大厚度约 250 m,向四周逐渐减小。拗陷内地层结构及岩性变化控制了地下水的径流^[6],地下水总体上从拗陷四周向中心以顺层水平径流为主。该拗陷具有从四周汇集的较充沛的补给源,第四系松散岩类和新近系碎屑岩类为良好的储水介质,因此,成为一个富水性较好的地段。本次施工的钻孔 SK03 孔位于这一基底拗陷内,SK03 孔第四系松散岩类孔隙水单位涌水量 764.67 m³/(d·m)、渗透系数 25.193 m/d,新近系碎屑岩类孔隙裂隙承压水单位涌水量为 272.87 m³/(d·m)、渗透系数 3.27 m/d。证明该基底拗陷是一个良好的控水构造(图 6)。

四系厚度大于东西两侧,因此 SK11 孔处富含第四系松散岩类孔隙水,富水性较好,SK11 孔单位涌水量为 132.13 m³/(d·m)、渗透系数 10.24 m/d。而 SK11 孔以西 7 km 处的 SK35 孔,位于拗槽以外,第四系厚度 59.39 m,为干孔(图 7),说明地层厚度是决定地下水富水性的重要因素。

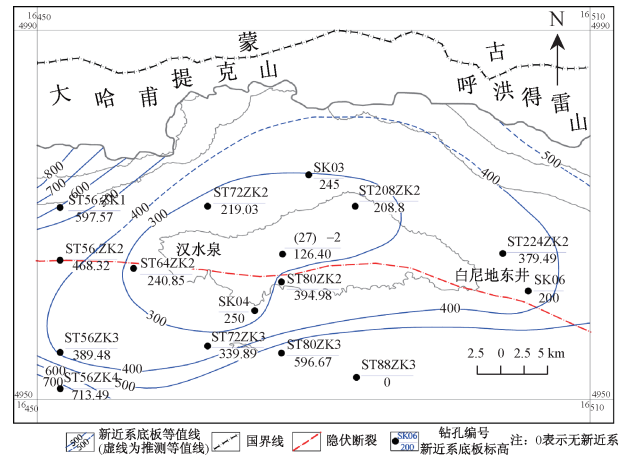


图 6 新近系底板等值线图(基底拗陷)

Fig.6 Contour map of the bottom of the Neogene sediments (base depression)

2.2 地层厚度对地下水的控制作用

2.2.1 第四系

在三塘湖乡以南,根据 EH-4 物探剖面解译成果,SK11 孔处为一第四系沉积拗槽,拗槽呈南北向延展,形成了南北向槽状汇水通道,在槽状汇水通道内第

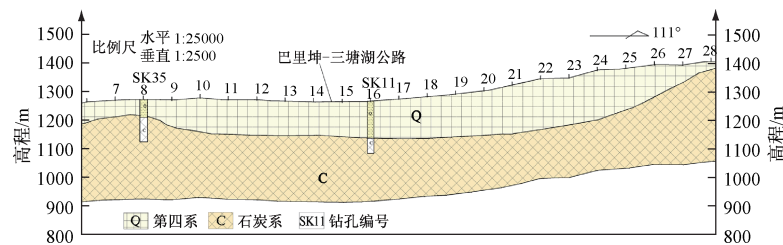


图 7 三塘湖南 EH-4 物探解译地质剖面图

Fig.7 EH-4 geophysical interpretation of the geological section in the south of Santanghu

在南坡西南,由于基底侏罗系隆起,形成北东—南西展布的条带状侏罗系凸起,第四系厚度一般小于

20 m,该地带第四系为透水层(图 8)。该条带两侧,第四系厚度逐渐增大,富水性逐渐增强。

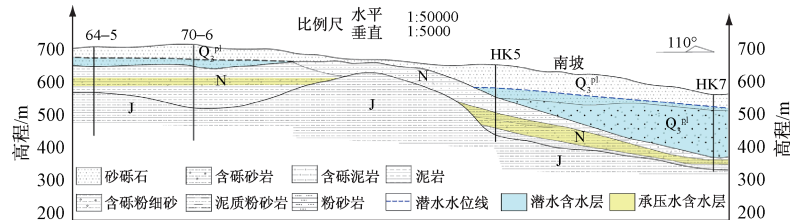


图 8 南坡西南水文地质剖面图

Fig. 8 Hydrogeological profile in the southwest of Nanpo

2.2.2 新近—古近系

汉水泉附近的 SK03 孔,新近系厚度 144.44 m,含水层厚度 92.48 m,单位涌水量为 $272.87 \text{ m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$; SK06 孔新近系厚度 116.63 m,含水层厚度 30.33 m,单位涌水量为 $25.39 \text{ m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$ 、渗透系数 1.15 m/d ; SK03 孔的富水性远大于 SK06 孔富水性。三塘湖北的 SK10 孔古近系厚度 196.62 m,含水层厚度 87.44 m,单位涌水量为 $183.08 \text{ m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$; SK44 孔新近系厚度 164.7 m,含水层厚度 67.1 m,单位涌水量为 $42.73 \text{ m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$ 。说明古近—新近系厚度越大,含水层厚度越大,富水性越好。

2.3 补给源对地下水的控制作用

补给源汇水面积的大小,直接决定了地下水的富水性。地下水在分水岭接受补给后,在天然势能差的作用下,经水平径流及浅层和深层径流垂向交替,最终向区域的最低侵蚀基准面^[7]—汉水泉排泄。库木苏—汉水泉以南洪积平原的补给源均为白依山,库木苏南侧的白依山补给汇水面积有限 (535 km^2); 而汉水泉南洪积平原汇水面积较大 (3139 km^2), 包括巴里坤煤矿所处的整个山间洼地及白依山均为汉水泉南洪积平原的补给区。因此,汉水泉南洪积平原的富水性远大于库木苏南洪积平原的富水性。如库木苏南洪积平原 Q4-4 的涌水量为 $1.468 \text{ m}^3/\text{d}$, 而汉水泉南洪积平原 SK04 孔第四系涌水量为 $624.74 \text{ m}^3/\text{d}$, 新近系涌水量为 $463.8 \text{ m}^3/\text{d}$ (图 9)。

2.4 地形地貌对地下水的控制作用

在洪积砾质平原的中上部,因地形坡度大,水力坡度大,第四系多为透水层,如洪积砾质平原钻孔 SK07 孔和 (34)-9 孔,第四系均为干孔。洪积砾质平原下部,赋存有单一结构松散岩类孔隙潜水、多层结构松散岩类孔隙潜水—碎屑岩类孔隙裂隙承压水、碎屑岩类孔隙裂隙承压水,如 SK11 孔赋存有单一结构松散岩类孔隙潜水,SK04 孔和 SK03 孔为多层结构松散岩类

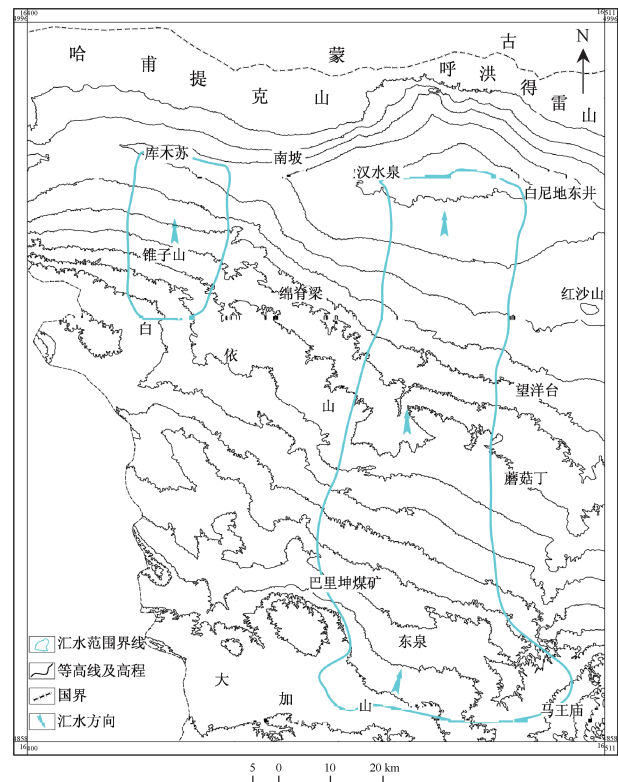


图 9 汉水泉南与库木苏南洪积平原汇水面积对比图

Fig. 9 Comparison of water catchment area of the diluvial plain in the south of Hanshuiquan and Kumusu

孔隙潜水—碎屑岩类孔隙裂隙承压水,SK10 孔和 SK43 孔赋存有碎屑岩类孔隙裂隙承压水。

3 结论

(1) 三塘湖盆地地下水的赋存与分布不具有内陆干旱盆地典型的水文地质规律,盆地内赋存有单一结构松散岩类孔隙潜水、多层结构第四系孔隙潜水—新近系碎屑岩类孔隙裂隙承压水和古近系—新近系碎屑岩类孔隙裂隙承压水三种类型地下水。地下水的赋存与分布主要受补给源、控水构造、基底形态、地形地貌、地层厚度的控制。

(2)盆地内向斜构造为地下水提供了良好的储水空间,断裂构造的抬升阻挡了地下水的正常径流途径,水位雍高,含水层厚度增大,形成了地下水的相对富集区;基底拗陷汇集了四周的补给,形成了近似锅底的地下水富集洼地。盆地内地下水富集区均与控水构造活动密切相关,而在盆地内其它非储水构造分布地段,地下水富水性较弱或无地下水赋存。

(3)盆地内地下水补给源的多寡决定了地下水的富水性,补给源充沛,地下水富水性强;补给源贫乏,富水性弱。地形地貌、地层厚度同时又控制着地下水类型和富水性。

参考文献:

- [1] 新疆地矿局区域地质调查大队. 汉水泉幅 1:20 万地质普查报告 [R]. 1980. [Regional Geological Survey Team. Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources. 1: 200 000 reconnaissance geological survey report , Hanshuiquan, Xinjiang, China [R]. 1980. (in Chinese)]
- [2] 新疆地矿局第一水文工程地质大队. 新疆东部三塘湖 - 下马崖地区区域水文地质普查报告 [R]. 1981. [The First Hydrogeology and Engineering Geology Team. Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources. Regional hydrogeological reconnaissance report from Santanghu to Xiamaya, the eastern Xinjiang, China [R]. 1981. (in Chinese)]
- [3] 新疆地矿局第二水文工程地质大队. 新疆东疆地区煤炭基地地下水勘查巴里坤 - 伊吾盆地地下水勘查报告 [R]. 2012. [The Second Hydrogeology and Engineering Geology Team, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources. Groundwater exploration report in the Balikun-Yiwu basin, the eastern Xinjiang coal base, China [R]. 2012. (in Chinese)]
- [4] 武选民,文冬光,张福存,等. 我国西北人畜饮用水缺水地区储水构造特征与工程实例 [J]. 水文地质工程地质, 2010, 37(1): 22 - 26. [WU X M, WEN D G, ZHANG F C, *et al.* Groundwater-bearing structures in North China and their application to water-taking works for water-shortage towns [J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2010, 37(1): 22 - 26. (in Chinese)]
- [5] 刘新号. 基于蓄水构造的山区综合找水技术 [J]. 水文地质工程地质, 2011, 38(6): 8 - 12. [LIU X H. Integrated techniques of locating groundwater in mountain areas based on groundwater-impounding types [J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2011, 38(6): 8 - 12. (in Chinese)]
- [6] 刘心彪,赵成,郭富赞. 陇东盆地洛河组深层地下水开发利用研究 [J]. 水文地质工程地质, 2013, 40(4): 13 - 19. [LIU X B, ZAO C, GUO F Y, *et al.* A discussion of the exploitation of the deep-seated groundwater based on the Bajiazui wellfield in the Longdong Basin [J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2013, 40(4): 13 - 19. (in Chinese)]
- [7] 侯光才,尹力河,苏小四. 鄂尔多斯白垩系盆地地下水流动系统驻点的理论与实际意义 [J]. 水文地质工程地质, 2013, 40(1): 19 - 23. [HOU G C, YIN L H, SU X S, *et al.* Theoretical and practical meaning of stagnant points of groundwater flow system in the Cretaceous Basin of the Ordos Basin [J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2013, 40(1): 19 - 23. (in Chinese)]

责任编辑:张若琳