

河北省任丘市水文地质条件浅析

张 琪

河北省煤田地质局环境地质调查院 河北 石家庄 050000

摘要: 为了解任丘市第四系的水文地质条件,实施了5眼水文地质钻孔,通过实施非稳定流抽水试验,求取出相应含水层的水文地质参数,确定了区内第四系含水层组与地层时代基本对应,即第Ⅰ含水组相当于全新统(Qh);第Ⅱ含水组相当于上更新统(Qp3);第Ⅲ含水组相当于中更新统(Qp2);第Ⅳ含水组相当于下更新统(Qp1)。通过水质化验了解了相应含水层的水质情况,为任丘市农业灌溉、工业项目选址及经济发展提供了重要技术支持。

关键词: 献县;地质条件;浅析

1 工作区概况

工作区总面积865km²。任丘市位于河北省中部,隶属河北沧州市,地处京津冀经济圈,属环京津、环渤海经济开放带,东西横距42.5公里,南北纵距41公里,市区北距北京151公里,东北距天津135公里。

2 地质条件

(1) 地层: 本区基岩埋深一般大于3000m,地层主要为寒武奥陶地层及中上元古界地层。2500m以浅发育的地层主要有第四系、新近系明化镇组,新近系馆陶组和古近系东营组等。

(2) 构造: 任丘古潜山形态呈北东30°走向狭长潜山带,西侧为一落差达3000m的断层崖(任西大断裂),潜山带东北、东和南三个方向以13-20°的坡度向下倾末。潜山带由四个山头组成,每个山头均北东走向,呈雁行式排列,山头 and 山头之间被断层分割。

3 抽水试验

本次水文地质钻探工作共完成钻孔5个,取芯总进尺1328.73m,成井深度合计1204.92m,单孔进行稳定流及非稳定流抽水试验,过程如下:

(1) 洗井: 洗井采用活塞与潜水泵抽水相结合的方法。首先用潜水泵洗井,抽出井内的较浑浊的水,等水质变清晰后提出潜水泵,更换活塞洗井。活塞结构采用铁制活塞结构,胶皮选用煤矿输送带,胶皮直径于含水层段套管外径相同,拉塞顺序选用“自上而下”逐段洗井。活塞洗井结束后再次下入潜水泵抽水洗井,直至水质变为水清砂净,达到规范要求再进行下一步工作。

(2) 抽水试验: 在正式抽水前均进行试验抽水。试验抽水前,对抽水层(段)反复进行抽洗,直至孔内出水澄清无沉淀物时为止。

作者简介: 张琪(1989-),女,河北石家庄,本科,地质工程师,主要研究方向为地质相关方面。

试验抽水尽机械能力进行一次最大降深,初步了解水位降低值与涌水量的关系,以便正式抽水时合理选择水位的降深。本次施工的5个钻孔均按照设计要求进行两次稳定流抽水试验和一次非稳定流抽水试验,每个抽水试验都选取了相邻同水层机民井作为观测孔进行同步观测,直至抽水试验结束。

1) 稳定流抽水试验: 前两次降深抽水试验为稳定流抽水试验,在抽水过程中,随时绘制 $Q = f(S)$ 、 $q = f(S)$ 曲线(见图1、2、3、4、5)。5个孔的稳定流抽水试验均达到相关规范及设计技术要求,抽水试验质量均为合格。

2) 非稳定流抽水试验: 现场绘制观测孔的 $s-lgt$ 关系曲线,当关系曲线有拐点时,延续时间至拐点后出现水平线段抽水结束,开始恢复水位观测。非稳定流抽水试验均达到相关规范及设计技术要求,抽水试验质量均为合格。

3) 抽水试验成果: 每个孔都进行了3次降深的抽水试验,以单孔抽水记录为依据,按照单孔抽水稳定流抽水试验进行计算。任水参1为潜水含水层,任水参2、3、4、5为承压含水层。

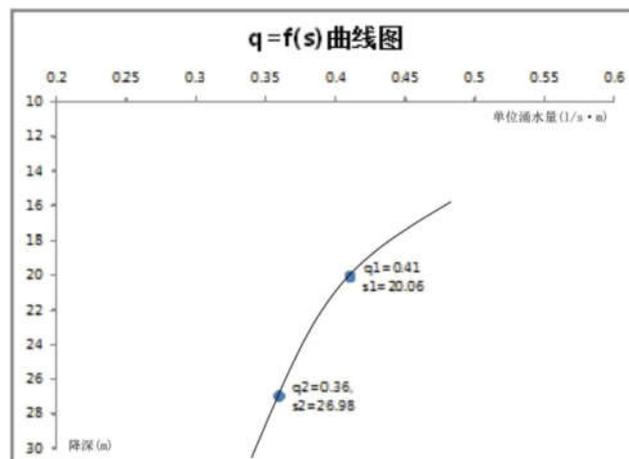


图1 任水参1孔抽水试验 $q = f(S)$ 曲线

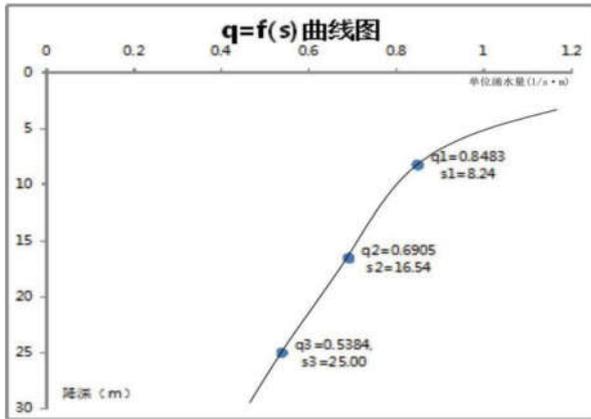


图2 任水参2孔抽水试验q = f(S)曲线

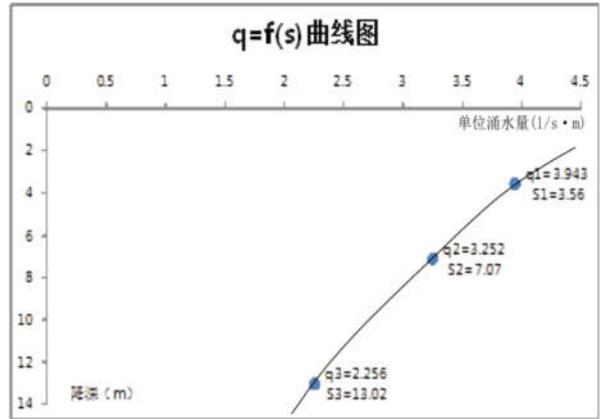


图4 任水参4孔抽水试验q = f(S)曲线

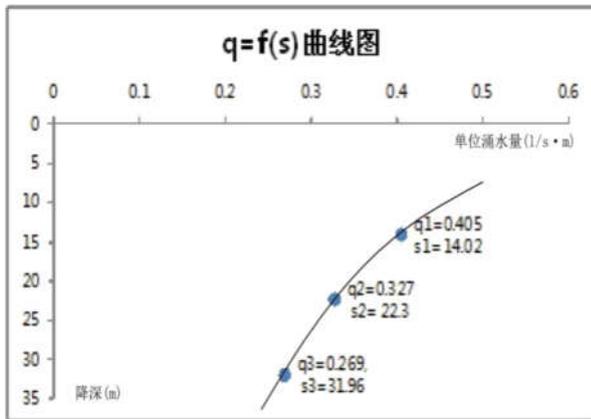


图3 任水参3孔抽水试验q = f(S)曲线

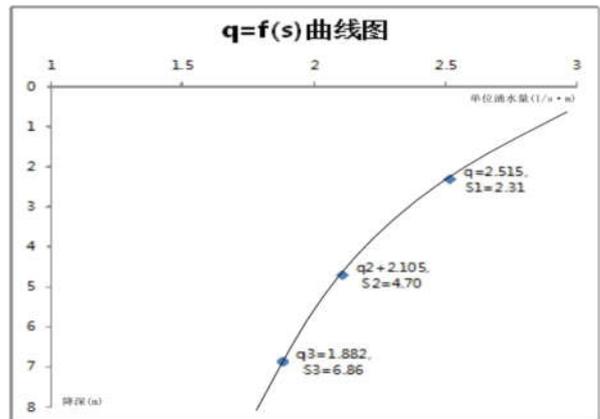


图5 任水参5孔抽水试验q = f(S)曲线

(1) 单孔稳定流抽水试验参数计算^[3]

单孔潜水完整井渗透系数和影响半径值的计算公式:

$$K = \frac{0.733Q(LgR - Lgrw)}{(2H - S_w)S_w} \quad R = 2S_w\sqrt{KH}$$

单孔承压含水层完整井渗透系数和影响半径值的计

算公式:

$$K = \frac{0.366Q(LgR - Lgrw)}{MS_w} \quad R = 10S_w\sqrt{K}$$

将抽水记录中的各类已知数据代入上述计算公式,

求得渗透系数及影响半径, 计算结果见表1。

表1 单孔抽水试验成果一览表

孔号	含水层名称	含水层厚度 (m)	水位降低次数	水位降深 (m)	动水位 (m)	延续时间 (h)	稳定时间 (h)	涌水量 (L/s)	单位涌水量 (L/s·m)	渗透系数 (m/d)	影响半径 (m)	静止水位埋深 (m)	备注
任水参1	第四系第 I + II 含水层	8.99	1	20.06	27.87	13.0	9.0	8.23	0.41	1.3750	301.31	7.81	潜水
			2	26.98	34.79	39.5	18.5	9.67	0.36	1.4073	409.98		
任水参2	第四系第 II 含水层	26.92	1	8.24	35.16	13.0	8.5	6.99	0.8483	4.3387	171.62	26.92	承压水
			2	16.54	43.46	13.5	8.5	11.42	0.6905	3.8521	324.63		
			3	25.00	51.92	48.0	8.5	13.46	0.5384	3.1251	441.95		
任水参3	第四系第 III 含水层上段	38.15	1	14.02	73.89	11.5	8.0	5.68	0.405	1.0542	143.95	59.87	承压水
			2	22.30	82.17	13.0	8.0	7.31	0.327	0.8983	211.35		
			3	31.96	91.85	48.0	12.0	8.59	0.269	0.7635	279.25		
任水参4	第四系第 III 含水层	58.90	1	3.56	55.94	11.5	8.0	14.038	3.943	6.1999	88.64	52.38	承压水
			2	7.07	59.45	12.5	9.0	22.990	3.252	5.5939	167.22		
			3	13.02	65.40	30.0	8.0	29.375	2.256	4.1221	264.34		

续表:

孔号	含水层名称	含水层厚度 (m)	水位降低次数	水位降深 (m)	动水位 (m)	延续时间 (h)	稳定时间 (h)	涌水量 (L/s)	单位涌水量 (L/s·m)	渗透系数 (m/d)	影响半径 (m)	静止水位埋深 (m)	备注
任水参5	第四系第IV含水层	33.80	1	2.37	59.75	20.0	16.0	5.96	2.515	6.4984	60.42	57.38	承压水
			2	4.76	62.14	20.0	16.0	10.02	2.105	6.0021	116.62		
			3	6.92	64.30	32.0	16.0	13.02	1.882	5.6260	164.14		
任水参1孔	第四系第I+II含水层	8.99	3	21.78	27.72	31.0	8.0	7.54	0.354	1.1575	298.12	6.44	潜水

(2) 当有一个观测孔时, 抽水试验参试计算潜水抽水井带一个观测井时计算公式:

$$K = \frac{Q(\lg r - \lg r_w)}{\pi (h^2 - h_w^2)}$$

承压水抽水井带一个观测井时计算公式:

$$K = \frac{Q(\lg r - \lg r_w)}{2\pi M(S_w - S)}$$

上述计算公式中的基本符号意义如下:

h—抽水时井内剩余水柱高度 (m);

经计算, 求得渗透系数, 计算结果见表2。

(3) 非稳定流抽水试验参数计算

本次非稳定流抽水试验, 抽水试验延续以观测孔观测记录绘制s-lgt关系曲线为依据, 当曲线有拐点趋于水平

线段抽水停止, 开始观测恢复水位, 采用直线图解法求水文地质参数。

①根据s-lgt关系曲线形态, 取出非点, 画一条直线, 求出直线的斜率i。(i就是在s-lgt关系曲线上一个周期的s的差值)。

②求含水层的导水系数T, $T = 0.183 \frac{Q}{i}$ (Q为抽水试验出水量)。

③求含水层渗透系数K, $K = \frac{T}{M}$ (M为含水层厚度)。

经计算, 求得渗水系数K, 计算结果见表3。

通过三次计算结果对比, 求得的渗水系数K值前两次计算结果比较接近相似, 建议渗透系数K值采用前两次的平均值。

表2 带观测孔抽水试验成果一览表

孔号	主孔水位降深 (m)	观1水位降深 (m)	涌水量 (l/s)	日涌水量 (m ³ /d)	含水层厚度 (m)	抽水孔井半径 (m)	孔距 (m)	渗水系数 (m/d)
任水参1孔	20.06	1.363	8.23	711.07	8.99	0.1565	36.52	0.473150454
	26.98	1.707	9.67	835.49	8.99	0.1565	36.52	0.467279388
任水参2孔	8.24	3.148	6.99	603.94	18.80	0.1565	84.42	6.3094
	16.54	5.749	11.42	986.69	18.80	0.1565	84.42	4.8641
	25.00	7.306	13.46	1162.94	18.80	0.1565	84.42	3.4963
任水参3孔	14.02	两孔距离较远, 数值变化较小, 建议不采用。	5.68	490.75	38.15	0.1045	177.59	
	22.30		7.31	631.58	38.15	0.1045	177.59	
	31.96		8.59	742.18	38.15	0.1045	177.59	
任水参4孔	3.56	0.660	14.038	1212.88	58.90	0.1045	140.38	8.1298
	7.07	1.240	22.990	1986.34	58.90	0.1045	140.38	6.6228
	13.02	1.660	29.375	2538.00	58.90	0.1045	140.38	4.3428
任水参5孔	2.37	0.338	5.96	514.94	33.80	0.1045	82.64	7.9526
	4.76	0.829	10.02	865.73	33.80	0.1045	82.64	6.9112
	6.92	1.150	13.02	1124.93	33.80	0.1045	82.64	6.1182
任水参1孔	21.28	1.579	7.54	651.46	8.99	0.1565	36.52	0.402727147

表3 非稳定流抽水试验观测孔求参成果一览表

孔号	t ₁ (min)	s ₁ 水位降深 (m)	t ₂ (min)	s ₂ 水位降深 (m)	日涌水量 (m ³ /d)	含水层厚度 (m)	导水系数 (m ² /d)
任水参1观1孔	30	0.422	300	1.170	651.46	8.99	159.381

续表:

孔号	t_1 (min)	s_1 水位降深 (m)	t_2 (min)	s_2 水位降深 (m)	日涌水量 (m^3/d)	含水层厚度 (m)	导水系数 (m^2/d)
任水参2观1孔	60	2.274	600	5.457	1162.94	18.80	66.861
任水参4观1孔	60	0.565	600	1.366	2538.00	58.90	579.843
任水参5观1孔	60	0.556	600	0.975	1124.93	33.80	491.318

4 含水层与隔水层的确定^[4]

根据地下水开采现状、水力联系及地下水动态类型的特征,将工作区内第四系含水层组划分为浅层地下水和深层地下水。

(1) 第 I + II 含水组 (第四系浅层含水组)

工作区内浅层开采井深度多在20~65m之间,地层时代相当于Qh+Qp3上部,地下水属潜水、潜水—微承压水类型。浅层含水组底板埋深在40~65m之间。本含水层组土层多为粉土,含水层间有不同程度的水力联系,垂直入渗补给条件较好,地下水循环交替能力较强,主要由垂直渗透补给。单位涌水量0.35~0.45L/s,水质类型为HCO₃·SO₄-Na。据调查,浅层含水组主要用于农业灌溉及养殖业,其他用水量较少。

(2) 第 II 含水层组

底界埋深140~160m,相当于Qp3底界。目前,该层地下水利用较少,仅少量用于养殖、蔬菜种植。含水组岩性以细砂、中细砂为主,厚度18.00~25.00m,垂直入渗补给条件较好,地下径流滞缓。地下水动态类型属入渗、越流、径流—径流、开采型。单位涌水量0.50~0.85L/s,水质类型为Cl·SO₄-Na。据调查,浅层含水组主要用于农业灌溉及养殖业,其他用水量较少。

(3) 第 III 含水层组 (第四系深层含水岩组)

工作区内深层水开采井深度多在180~320m之间,底界深度300~320m。岩性以细砂、粉细砂、中细砂为主,厚度11~60m,局部可达68.87m。地下水动态类型属径流、越流—开采、径流型。单位涌水量2.25~4.00L/s,水质类型为HCO₃-Na。是目前生活饮用水及农业、工业用水的主要开采层,也是本次工作重点评价的目的层。

(4) 第 IV 含水组

底界埋深430~460m,局部达500m,相当于Qp1底界。目前,该层地下水利用较少。仅上部与第 III 含水层组联合开采。

(5) 新近系明化镇含水组

底板埋深740~820m,开采段分别为500~650m、680~820m,含水层岩性主要由中细砂层组成,油田用水的主要开采层。

5 结论

通过实施5眼水文地质钻孔,初步了解了任丘市水文地质条件,通过抽水试验取出相应含水层的水文地质参数,通过水质化验了解了相应含水层的水质情况,为任丘市农业灌溉、工业项目选址及经济发展提供了重要技术支撑。但区内深层地下水的相关水文资料较少,建议增加深层地下水勘查投入,以便了解未来后备水源地的水文地质条件。

参考文献

- [1]河北省煤田地质局水文地质队,《河北省沧县台拱带干热岩资源研究与潜力评估》,2015年
- [2]河北省煤田地质局水文地质队,《河北省任丘市城市地质调查水文地质钻探竣工报告》,2020年
- [3]中国地质调查局,水文地质手册(第二版),地质出版社。
- [4]薛禹群,吴吉春.地下水动力学[M].2010年3月北京第3版.北京地质印刷厂:地质出版社,2015年.
- [5]张蔚榛.地下水稳定流计算和地下水资源评价,2013年10月第1版.武汉大学出版社。